Б. П. Токин

Целебные яды растений

Печатается по постановлению Редакционно-издательского совета Ленинградского университета

УДК 581.573.4

Токин Б. П. Целебные яды растений. Повесть о фитонцидах. Изд. 3-е, испр. и доп.— Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1980.—280 с. Ил.—67, библиогр.— 31 назв.

Автор этой книги — заслуженный деятель науки РСФСР, доктор биологических наук, профессор Ленинградского университета имени А. А. Жданова, лауреат Государственной премии, Герой Социалистического Труда Борис Петрович Токин — хорошо известен читателям по предыдущим его печатным трудам о фитонцидах. Выпущенная Лениздатом в 1967 и 1974 годах книга Б. П. Токина «Целебные яды растений» была доброжелательно встречена читателями. Настоящее издание дополнено новыми материалами, полученными наукой о фитонцидах за последние годы.

Книга рассчитана на широкий круг специалистов сельского и лесного хозяйства, биологов, врачей, работников пищевой промышленности, а также для всех, кто любит и изучает природу.

Т $\frac{21001 - 092}{076(02) - 80}$ 125 — 80. 2004000000

B. P. Tokin

Solubrious poisons of plants

STORY OF PHYTONCIDES

The 3rd edition, completed and corrected

LENINGRAD UNIVERSITY PRESS
LENINGRAD. 1980

T $\frac{21001-092}{076\ (02)-80}$ 125—80. 2004000000

От автора

Ученый сам обязан быть популяризатором своих открытий и изобретений. Так думал я при написании еще первых очерков о фитонцидах, но осознал это глубоко лишь впоследствии. Уже первые наброски учения о фитонцидах связали меня зримыми и незримыми узами с тысячами читателей. В многочисленных письмах колхозников, рабочих, молодых ученых, служащих, врачей, учителей, студентов высказано много теплых слов и дано много очень ценных советов.

Я благодарю исследователей в области фитонцидов, молодых и старых, профессиональных ученых и любителей природы — всех, кто своей мыслью и экспериментами, дружественными письмами и критикой содействовали развитию новой проблемы — фитонцидов. Благодарю в одинаковой мере и за похвалу, и за критику.

Десятилетия отделяют нас от момента открытия явления фитонцидов в растительном мире. Пройден длинный путь работы и борьбы. Мне хочется, чтобы читатели книги знали, что проблема фитонцидов, рожденная советской наукой, давно не принадлежит только автору книги. Своим развитием эта проблема обязана многим исследователям.

С волнением я вспоминаю первые шаги становления новой проблемы. Это было полстолетия назад, во времена моей юности. Благодарю судьбу за то, что уже в самом начале борьбы за новую проблему я не был одинок. Уже в первоначальных наблюдениях за действием растений на расстоянии приняли участие врачи А. Г. Филатова и А. Е. Тебякина.

С волнением вспоминаю я свою работу с А. Г. Филатовой, И. В. Торопцевым, А. В. Коваленок, Т. Д. Янович и другими врачами и биологами Томска. Мы пытались «мобилизовать» фитонциды на службу медицине, особенно в годы Великой Отечественной войны. С благодарностью вспоминаю я помощь Д. Д. Яблокова и других деятелей медицины. Особенно большую научную и нравственную поддержку в борьбе за новую

проблему оказали уже ушедшие из жизни известный стране хирург академик Академии медицинских наук СССР Андрей Григорьевич Савиных и выдающийся биолог академик Алексей Алексеевич Заварзин.

Многие советские и иностранные ученые своими яркими оригинальными исследованиями подняли проблему фитонцидов на новую ступень. Особенно велика роль украинских ученых во главе с академиком Виктором Григорьевичем Дроботько и кишиневских ученых во главе с профессором Дмитрием Дмитриевичем Вердеревским.

В первых очерках я рассказывал только о том, что делал собственными руками, видел собственными глазами или что делали сотрудники руководимых мною лабораторий и связанных со мною научных учреждений. Эта книга лишь наполовину моя. Она значительно дополнена исследованиями многих ученых.

Читатели знают, что я биолог и, конечно, не могу дать каких-либо практических медицинских советов или указаний по растениеводству и пищевой промышленности. Но я убедился в том, что новые факты о фитонцидах, обнаруживаемые биологами, и их соображения помогают специалистам проводить исследования практического значения, и они делают это, естественно, гораздо более интересно, чем я мог бы сделать сам. Вот почему я уверен, что врачи, растениеводы, животноводы и иные специалисты не осудят меня за «вторжение» в их области знания, а сочтут эту книгу выражением желания советского биолога быть теснее связанным с жизнью и служить своему народу. Я пытался писать так, чтобы новые биологические факты, закономерности и идеи были доступны для размышления и действия каждому врачу, агроному, студенту, каждому колхознику и рабочему.

Наряду с изложением результатов опытов, которые могут быть проведены лишь в специально оборудованных лабораториях, я пытался сообщить такие факты, которые доступны проверке в несложных условиях. Я горячо верю, что новые явления, обнаруженные во взаимоотношениях растений, микробов, животных и человека, удастся все шире использовать в практике.

Развитие науки и задачи практики вызвали к жизни в последнее десятилетие много исследований фитонцидов, осуществленных молодыми учеными и учеными старшего поколения — пионерами в науке о фитонцидах.

Много разных дополнений внесено в эту книгу по сравнению с первым ее изданием.

Я решил, однако, воздержаться от изложения интереснейших и разносторонних открытий многих ученых о роли фитонцидов в жизни биоценозов — растительных сообществ. В последнее десятилетие в этой области знания сложились оригинальные научные направления. Особенно обширны исследования школы,

возглавляемой А. М. Гродзинским. Много новых наблюдений провела и пионерка в исследовании фитонцидов во взаимоотношениях растений ленинградка А. А. Часовенная.

Следует учесть, что многое в открытиях ученых о химических взаимовлияниях растений далеко выходит за рамки учения о фитонцидах. Интересующиеся новыми исследованиями могут обратиться к источникам, перечень которых дан в конце книги. Приятно сознавать, что ни одно из них не вступило в противоречие с созданным в нашей стране биологическим учением о значении фитонцидов для самих растений, об их роли во взаимоотношениях между организмами.

Под флагом «антибиотики высших растений» и «фитоалексины» успешно развивается проблема фитонцидов и в других странах. Не будем огорчаться тем, что некоторые ученые, работая в области фитонцидов, желают казаться вполне независимыми от учения о фитонцидах. Сложное это дело — наука, особенно если учесть, что к бескорыстной жажде познания тайн природы могут примешиваться и чувства, и поступки, далекие от науки, продиктованные излишним честолюбием. Конечно, грустно, что и среди советских биологов и медиков нет-нет да и появляются «Иваны, не помнящие родства», забывающие, что приоритет советской биологии в открытии фитонцидов и формулировании учения совершенно бесспорен.

Я писал уже, что проблема фитонцидов давно принадлежит не только мне, а большому коллективу энтузиастов, обнаруживших в растительном мире столь много интересного, что первоначальные мои исследования кажутся уже слабой тенью в свете современных исследований. Что касается гордости за свое открытие, то она, конечно, свойственна мне, но я могу считать себя счастливым, ибо открытие столь непоколебимо вошло в науку, что очень часто пишется о фитонцидах без всякого упоминания автора открытия. Это высшая победа исследователя. Как и при написании предыдущих книг, мои мечты связаны с волнениями девушек и юношей, только что вступающих на прекрасную тернистую дорогу науки.

Вам, молодые ученые, принадлежит все прошлое науки, и от вас зависит ее дальнейший победный путь.

С каждым уходящим днем остается все меньше и меньше времени для жизни и творчества. Наука, однако, бессмертна: она — в преемственности фактов и борьбе идей, составляющих ее содержание, в прогрессе и заблуждениях.

Читатели отнесутся, я уверен, снисходительно к тому, что некоторые страницы книги написаны, так сказать, не только мозгом, но и сердцем. Я очень люблю свое «незаконнорожденное дитя в науке». При написании книги я не раз увлажненными глазами всматривался в прошлое, вспоминая свои неудачи и успехи, и с оттенком легкой грусти и в то же время оптимистически вглядывался в даль. Теперь нельзя уже сомневаться

в том, что проблема фитонцидов никогда не устареет, что усилиями новых и новых поколений молодежи будет воздвигнуто такое научное здание, в фундаменте которого мое открытие останется лишь в виде одного из кирпичиков. Но все же останется!

Преклоняюсь перед будущим науки и не стыжусь своего скромного прошлого.

Как и в первом издании книги, я передаю мое сердечное спасибо Елене Васильевне Захаровой. Елена Васильевна многие годы своей жизни отдала нашей лаборатории и явилась одним из самых энергичных и бескорыстных борцов за новую проблему. Благодарю сердечно Людмилу Николаевну Святогор за помощь при подготовке рукописи этой книги. Я искренне благодарю и редактора моей книги Валентину Михайловну Николаеву за многие критические замечания.

Б. П. Токин,
сентябрь 1978 г.

Факты — это воздух ученого.
И. П. Павлов

Что такое фитонциды

Нам с вами, читатель, предстоит вступить в новую, основанную нашей отечественной наукой область знания. В ней, как и во всякой другой отрасли науки, для того чтобы избежать неточных выводов, нужно запастись терпением и изучить много фактов. Так мы и поступим, а потом уже сделаем обобщения, создадим теорию.

Удивительные свойства раненых растений

Сорвем листья березы или дуба, черной смородины или апельсинового дерева, иглы пихты или можжевельника, возьмем свежий корень дикого пиона или корневище хрена, плоды черемухи или других растений. Разрежем их, по возможности быстро, на мелкие кусочки и на расстоянии нескольких миллиметров или сантиметров от них поместим каплю воды, в которой находятся одноклеточные животные, видимые, как правило, только под микроскопом. Этих животных называют протозоа — простейшие. К ним относятся амебы, инфузории и им подобные микроорганизмы (рис. 1). Некоторые из них совершенно безобидны для человека и животных, другие же приносят большой вред, вызывая серьезные заболевания.

Для опытов можно взять и безвредных, и болезнетворных простейших, иначе называемых патогенными. Опыты свои поставим так, чтобы капля воды с простейшими никоим образом не соприкасалась с растительным материалом (рис. 2). Через 5, 10, 20 минут все простейшие погибнут. Это легко обнаружить под микроскопом, а для крупных простейших — и под лупой.

Иногда при таких опытах простейшие умирают уже в первые секунды. Время, в которое гибнут простейшие, зависит от вида взятого растения, от количества полученного растительного материала — кашицы и, как увидим впоследствии, от многих других важных обстоятельств.

Проведем другой опыт. Осенью или зимой на обыкновенной овощной терке натрем хорошо сохранившуюся головку чеснока.

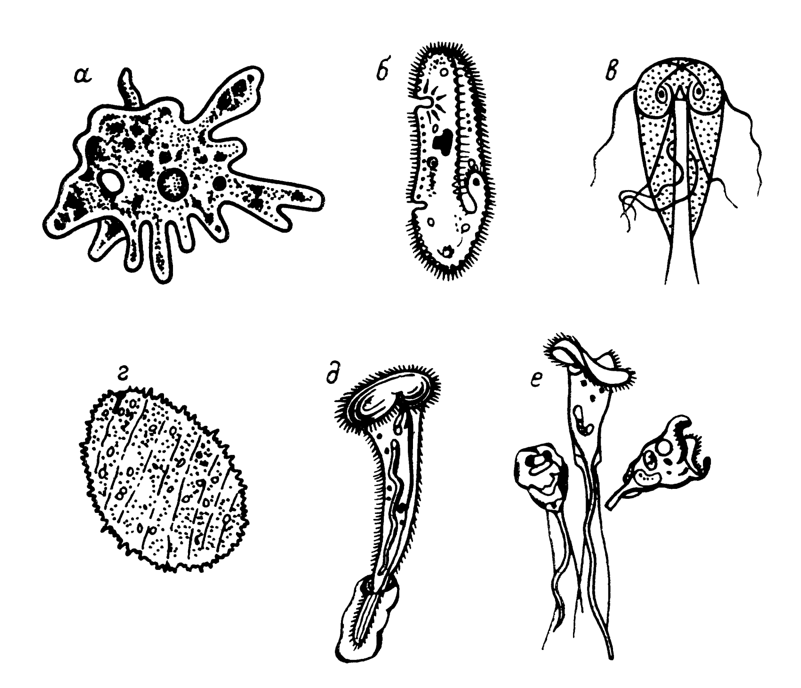


Рис. 1. Некоторые виды простейших.

а — амеба; *б* — инфузория-туфелька; *в* — болезнетворная для человека инфузория — кишечная лямблия; *г* — паразит лягушки, обитающий в ее кишечнике,— опалина; *д* — стентор; *е* — сувойка.

На некотором расстоянии от полученной чесночной кашицы поместим каплю жидкости, в которой находятся какие-нибудь подвижные бактерии (рис. 3). Эти опыты можно ставить так же, как и опыты с простейшими. Мы обнаружим удивительное явление: в течение первой минуты, а иногда и моментально, движение бактерий останавливается, хотя жидкость, в которой они находятся, является самой благоприятной средой для их жизни и размножения. В такой жидкости, если бы не было по соседству чесночной кашицы, бактерии жили бы многие часы и дни.

Что же случилось с бактериями? Они погибли?

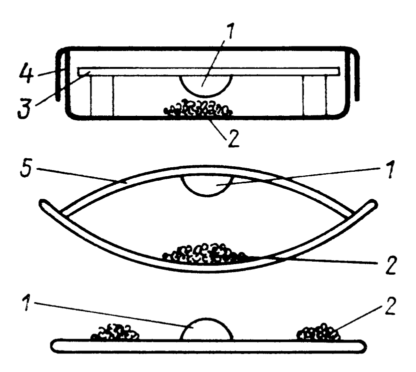


Рис. 2. Схема опытов по влиянию летучих веществ, выделяемых растениями, на протозоа.

1 — капля воды с простейшими; *2* — растительная кашица; *3* — стеклянная пластинка; *4* — стеклянная чашка; *5* — часовые стекла, положенные одно на другое.

Перенесем неподвижных микробов из этой капли на благоприятные для них питательные среды. Ученые называют это посевом микробов. Если мы сделаем посев через несколько секунд или через минуту после начала опыта, то бактерии нередко еще будут размножаться. Значит, не все они убиты, некоторые, словно парализованные, перестали двигаться. Во всяком случае, результаты таких опытов убедят нас, что не все бактерии погибают за столь короткий промежуток времени.

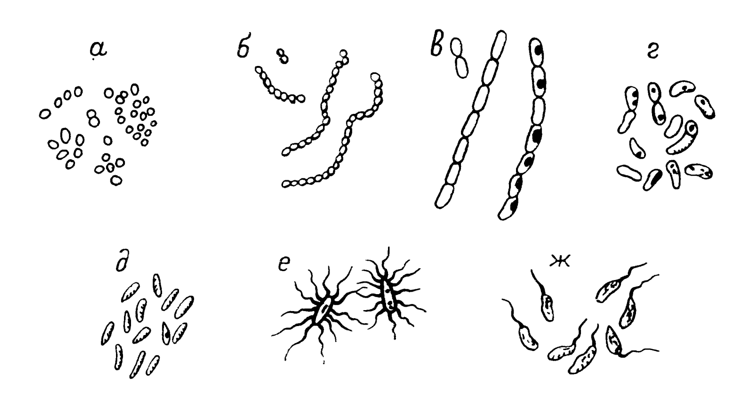


Рис. 3. Некоторые болезнетворные бактерии.

Бактерии-возбудители: а — нагноений; *б* — рожи; *в* — сибирской язвы; *г* — дифтерии; *д* — туберкулеза; *е* — брюшного тифа; *ж* — холеры.

Продолжим опыт. Пусть капля жидкости с бактериями будет находиться под воздействием чесночной кашицы в течение минут десяти. На какие бы самые благоприятные среды ни посеять теперь бактерий из опытной капли, они не будут размножаться: все они окажутся мертвыми.

Небольшое количество натертого лука положим рядом со столбиком агара[1] с пивным суслом. На верхней площадке такого питательного для микроорганизмов столбика предварительно посеем одноклеточные организмы — дрожжевые грибки[2], используемые при хлебопечении или в пивоваренном и винокуренном производствах. Опыты поставим так, как это изображено на рис. 4, *б*: агаровый столбик и луковая кашица накрыты стеклянным колпаком. Но можно обойтись и без колпака, что и показано на рис. 4,*а*.

---

[1] Агар — растительный студень, получаемый из морских водорослей. Растворяется в кипящей воде и застывает при охлаждении в плотную однородную массу. Если вместо воды использовать раствор питательных для бактерий веществ, например пивное сусло, то такой агар называется питательным и широко применяется в бактериологии.

[2] Нередко в дальнейшем низшие грибы будут называться «грибками».

В особо удачных случаях не требуется дальнейших специальных исследований, но, чтобы избежать возможных ошибок, лучше не доверять глазу и микроскопу, а продолжить опыт. Посеем теперь в питательные среды пробы дрожжей с контрольного, не подвергавшегося воздействию лука, и опытного столбиков. Создадим одинаковые, очень хорошие температурные и иные условия для роста и размножения этих микроорганизмов.

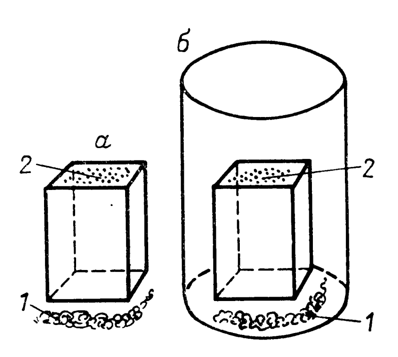


Рис. 4. Влияние летучих веществ лука на дрожжевые грибки.

1 — кашица лука у основания столбика агара; *2* — дрожжевые грибки, посеянные на верхней плоскости агарового столбика.

Пройдет 10, 20, 30 минут. Уберем луковую кашицу. Невооруженный глаз не заметит никаких изменений. Не будем, однако, торопиться с выводами. Продолжим наблюдения. Пройдут часы. Теперь мы и невооруженным глазом, а с помощью увеличительных стекол особенно, увидим, что на поверхности контрольного агарового столбика выросла пышная бархатистая пленка дрожжей, а дрожжевая культура на таком же агаровом столбике, вокруг которого была положена луковая кашица, оказалась погибшей.

Существует в природе много видов плесневых грибков. Все так или иначе знают их. Каждый из нас не раз наблюдал пушистый налет на фруктах, хлебе и пр. (рис. 5). Это белая или серая плесень. Основные черты строения и способ роста плесени можно изучить и невооруженным глазом. В течение 2—3 дней от начала роста грибка (из хлеба, например) протягивается во все стороны большое количество тонких белых нитей.

Множество этих нитей связано между собой, поэтому в хлебе образуется как бы тонкая кружевная сеть. Такая сеть называется мицелием, а нити, из которых она состоит, именуются гифами мицелия; те же нити, которые подымаются вверх, на воздух, и которые кажутся пушком, называются воздушными гифами. Они достигают длины 6—8 сантиметров. В ходе развития и роста грибка концы воздушных

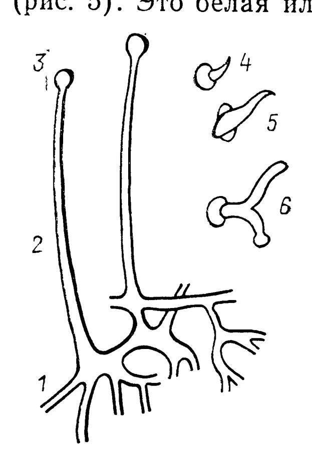


Рис. 5. Плесневый грибок, растущий на навозе.

1 — часть мицелия с двумя воздушными гифами *2*, оканчивающимися спорангиями *3*; *4—6* — стадии прорастания спор.

гифов расширяются и, наконец, каждый гиф завершится маленьким шариком, постепенно чернеющим. Когда такой шарик разовьется и вырастет до своих пределов, то от малейшего прикосновения он лопается. Черные шарики называются спорангиями, они содержат споры (воспроизводительные клетки), которые при подходящих условиях прорастают, образуя мицелий и гифы.

Проведем с каким-либо плесневым грибком опыт. Возьмем стеклянную чашку, называемую чашкой Петри и обычно употребляемую специалистами по микробам. Это чашка с крышкой; высота чашки 2—3 сантиметра, а диаметр 10—15 сантиметров. В чашку Петри наливается расплавленный агар с питательной для плесневых грибков средой. Агар застывает тонким слоем в 4—5 миллиметров. Теперь можно равномерно по всей поверхности агара посеять 2—3 тысячи спор плесневого грибка, например черного аспергилла. Этот плесневый грибок очень удобен для подобных опытов.

На крышку чашки положим 1 грамм мелко изрезанных недавно сорванных листьев черемухи, или лавровишни, или раздавленных семян растения борщевика. Опрокинем теперь чашку с агаром и введем ее в крышку. Чашка окажется поставленной вверх дном, а раненые листья черемухи или других растений будут «смотреть» на посеянные споры. В зависимости от того, какое растение взято, в больший или меньший промежуток времени мы заметим, что прорастание спор замедляется или прекращается вовсе. Растение на расстоянии убивает их.

Особенно наглядно противогрибковое действие многих растений проявляется при следующей постановке опытов. Равномерно засеем, как мы это уже делали, в чашку с агаром споры грибка. Спор возьмем столько, чтобы спустя день, другой, третий вся поверхность могла оказаться покрытой прекрасным черным «бархатом». Такое впечатление создают многочисленные спорангии.

Итак, споры посеяны. Тотчас после этого в центре чашки каким-либо обеззараженным от бактерий и грибков орудием, например пробочным сверлом, сделаем «колодец» и в него поместим четверть грамма полученной на терке чесночной кашицы. Чашку поставим в термостат, в котором поддерживается постоянная температура (28 градусов Цельсия).

В контрольной чашке, где не было чесночной кашицы, мы увидим равномерный рост грибков по всей поверхности. В опытных чашках с «колодцами», заполненными чесночной кашицей, прорастание спор происходит лишь по краям чашки, на некотором расстоянии от «колодца». Вокруг «колодца» неизменно получается, как это принято говорить, стерильная зона, то есть такое пространство, в котором совершенно не обнаруживается роста грибков. Выходит, что помещенная в «колодец» чесночная кашица в количестве лишь четверти грамма мешает прорастанию спор или убивает их.

Много интересных подробностей выяснили ученые. Так, через двое-трое суток при указанных условиях опыта мы увидим на периферии черную бархатистую пленку, свидетельствующую о том, что жизненный путь грибков завершен, в спорангиях снова образовались споры. Вокруг же «колодца» с чесноком мы увидим, как уже говорили, стерильную зону. На самой границе между этой стерильной зоной и черной бархатистой пленкой отчетливо видна белая «каемка» — здесь узкой полосой проросли грибки, образовались гифы мицелий, но споры не возникают, получается бесспоровая зона.

Весь последовательный ход роста грибков в контрольной и опытной чашках заснят на киноленте. На рис. 6 мы видим снимки некоторых заключительных этапов опыта.

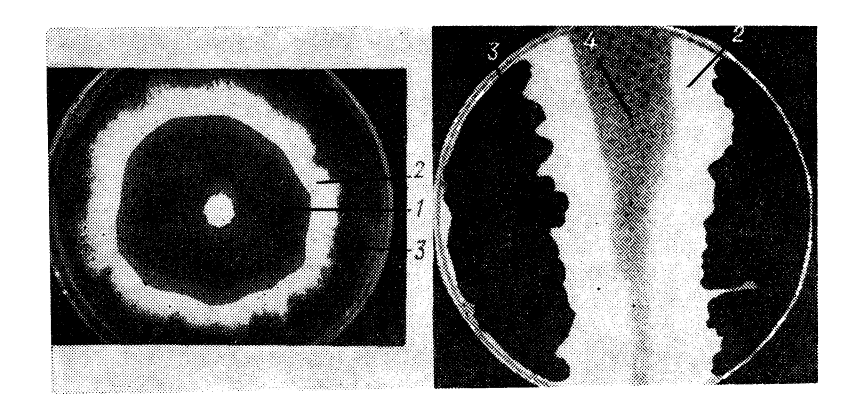


Рис. 6. Действие летучих веществ чеснока на плесневый грибок черный аспергилл (в центре левой чашки — кашица из чеснока).

1 — стерильная зона; *2* — зона роста грибка без образования спор; *3* — зона роста грибка со спорообразованием; *4* — стерильная зона на месте «дорожки», образованной каплей сока чеснока.

Снимок справа дает представление об опыте, проведенном несколько иначе. Здесь не делался «колодец» и в центр чашки не помещалась кашица из чеснока. После равномерного, по всей поверхности, посева спор черного аспергилла на чашку с края ее наносилась капля сока чеснока, чашка тотчас наклонялась, капля, стекая, образовывала дорожку. На вторые-третьи сутки мы видим занимательную картину: на дорожке споры не проросли, образовалась стерильная зона, за ней следует бесспоровая зона, где гифы мицелия проросли, а спорангии не наблюдаются. Наконец, следует полоса с нормально проросшими грибками, давшими снова споры. Эта полоса, как и подобает в норме, черная бархатная.

Чтобы составить более наглядное представление о противогрибковой мощности чеснока, приведем в пример еще один из

опытов. Оказалось, что достаточно 30—45 секунд воздействия чесночной кашицы, положенной на дно сосуда в количестве десятой доли грамма, чтобы находящиеся в висячей капле жидкости споры грибка, называемого пенициллиум нотатум, из которого приготовляют прекрасное лечебное средство — пенициллин, совершенно не проросли.

Ограничимся пока этими опытами. Их достаточно, чтобы сделать следующий вывод: при измельчении разных органов и частей растений создается большая поверхность испарения и из растительной кашицы выделяются какие-то сильно летучие вещества, могущие убивать грибки, бактерии и протозоа.

Специальными опытами установлено, что из растительной кашицы выделяются именно химические вещества, очень губительные или, как говорят иначе, очень токсичные для микроорганизмов даже в едва уловимых дозах. Что это химические вещества, а не какие-либо лучи, можно доказать (рис. 7).

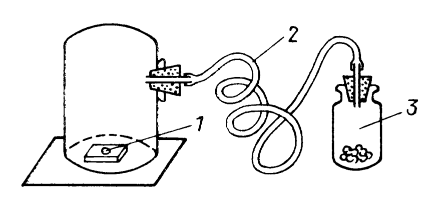


Рис. 7. Опыт, показывающий губительное действие летучих веществ растений на микроорганизмы.

1 — капля жидкости с микроорганизмами; *2* — трубка; *3* — склянка с растительной кашицей на дне.

В большом стеклянном сосуде с отводной длинной трубкой помещено стеклышко с каплей воды, в которой находятся простейшие, или чашка с питательным агаром, где посеяны те или иные бактерии или грибки. Конец длинной извитой трубки соединен со склянкой, в которую помещен источник химических веществ, губительных для микроорганизмов, например луковая кашица или изрезанные, истолченные тем или иным способом листья лавровишни. Через некоторое время мы увидим, что микроорганизмы убиты.

Строгие научные расчеты убедительно говорят о том, что в этом опыте на микроорганизмы действуют сильно летучие химические вещества, выделяемые растительным материалом. Эти вещества проходят по извитой трубке и проникают в большой сосуд. Конечно, чем дальше находятся микроорганизмы от источника химических веществ, тем труднее убить их. И дело не только в том, что меньше ядовитых веществ достигнет микроорганизмов. Некоторые вещества, выделяемые растениями, при соприкосновении с воздухом могут изменять свою химическую природу и терять или, наоборот, усиливать свои ядовитые свойства.

Можно взять открытую с обоих концов прямую стеклянную трубку длиной 1 метр и внутренним диаметром до 1,5 сантиметра. У одного конца поместим только что приготовленную

луковую кашицу, а у другого конца — стеклянную пластинку, на которую нанесена капля воды с инфузориями. Пройдет несколько минут, и все простейшие погибнут. Если вы, однако, в своих опытах будете удлинять трубку, то можете и не получить ожидаемого результата. Даже при меньшей длине трубки вы не получите ожидаемого результата, если попытаетесь убить микроорганизмы летучими веществами, положим, плодов апельсинового дерева, хотя на близком расстоянии они обладают, как увидим далее, мощным противомикробным действием. Губительные для микроорганизмов летучие вещества, выделяемые другими растениями, изменяются еще быстрее, чем, например, летучие вещества лука или апельсина, да и степень летучести их относительно невелика, так что действие их на микроорганизмы сказывается только тогда, когда последние почти соприкасаются с растительным материалом.

Токсические для бактерий, грибков и простейших вещества, выделяемые разными растениями, обладают весьма неодинаковыми свойствами; они заведомо различны по своей химической природе, силе действия и т. д. Одни растения, например можжевельник, выделяют в атмосферу большие количества летучих токсических для многих микроорганизмов веществ; другие, например герань, некоторые виды полыни, многие садовые розы,— ничтожные количества летучих противомикробных веществ, но тканевые соки этих растений могут обладать мощной микробоубивающей силой. Из этого, кстати, видно, что сильно пахучие растения далеко не всегда являются более губительными для тех или иных микробов, чем непахучие.

Большинство растений, по-видимому, обладает свойствами выделять и летучие (при комнатной температуре и в обычной природной обстановке), и практически нелетучие вещества, замедляющие рост и размножение микробов или убивающие их. Таковы хвойные — сосна, ель, пихта, можжевельник; из лиственных деревьев — черемуха, тополь, дуб.

Капля водного настоя из мелко нарезанной хвои ели, прибавленная к капле воды, в которой находятся протозоа, в доли секунды заставит их погибнуть. Тканевые соки аира, шалфея, крушины и многих других лекарственных и нелекарственных растений обладают подобными же свойствами. Водный настой или отвар из корней лекарственной кровохлебки (лучше осеннего сбора) в течение 5 минут убьет микробов, являющихся виновниками таких заболеваний, как дизентерия, брюшной тиф, паратифы и т. п. Эти удивительные свойства кровохлебки стали известны науке совсем недавно.

А вот перед нами черемуха. Мы не раз будем говорить о ней. Черемуха — растение, можно сказать, коварное. В этом мы убедимся впоследствии, а сейчас приведем некоторые интересные факты. Отжатый из листьев или почек черемухи сок прекрасно убивает протозоа. Эти же листья и почки выделяют

и весьма мощные летучие вещества, убивающие протозоа. В определенный сезон года при нормальных условиях жизнедеятельности листья черемухи выделяют летучие вещества даже в обычном, неповрежденном состоянии.

Это, очевидно, общее свойство растений, которое мы далеко не всегда можем доказать. Еще не найдены такие химические и биологические способы, которые позволяли бы обнаруживать очень небольшие количества летучих веществ. Дело осложняется еще и тем, что эти способы обнаружения должны быть очень быстрыми, так как летучие вещества многих растений крайне неустойчивы.

Впрочем, и здесь учеными сделаны очень важные открытия. Обнаруженными в природе новыми фактами уже заинтересовались работники по озеленению городов, специалисты по организации курортов, санитарные гигиенисты, врачи детских яслей и домашние хозяйки. Но не будем забегать вперед, торопиться с выводами. Обратимся вновь к фактам.

И нераненые растения выделяют фитонциды

Поставим опыт с одним из видов эвкалиптовых деревьев, а именно с шаровидным эвкалиптом, или, как его по-латински называют, эвкалиптус глобулус. Можно провести опыт в природных условиях, но можно с таким же успехом осуществить его и в лаборатории, имея в горшке молодое здоровое деревце. Приготовим взвесь бактерий золотистого стафилококка в благоприятной для них жидкости. Пусть в каждом кубическом сантиметре жидкости находится 2 миллиарда бактерий. Нанесем капли этой жидкости на листья эвкалиптового дерева. Точно такие же капли с бактериями нанесем и на стеклянную пластинку. Будут ли одинаково чувствовать себя бактерии, находящиеся на листьях и на стекле? Чтобы ответить на этот вопрос, через разные промежутки времени — через несколько минут от начала опыта, а затем через 4, 5 и 6 часов — высеем бактерии из опытных и контрольных капель (то есть находящихся на стекле) на самую хорошую питательную среду, где они могли бы беспрепятственно размножаться. Мы убедимся, что уже после 4-часового пребывания бактерий на листе эвкалипта они начинают отмирать, а через 6 часов все окажутся мертвыми. Перенесем их в питательную среду. Размножения микробов не последует. А бактерии, находящиеся на стекле, в течение целых суток сохраняют жизнеспособность. Сделаем через сутки высев микробов со стекла на питательную среду, и мы увидим совершенно нормальное размножение бактерий. Вывод очевиден: неповрежденные листья эвкалиптов выделяют какие-то бактерицидные вещества. Лучше убивают бактерий молодые здоровые листья и несколько слабее — старые, но тоже здоро-

вые. Еще слабее действуют на бактерии листья, пораженные какими-либо болезнями.

Эти и другие эксперименты проведены по моему совету в нашей лаборатории прекрасным знатоком эвкалиптов Верой Яковлевной Родиной[1].

Кстати сказать, загадочным эвкалиптам, может быть, предстоит сыграть большую, еще неведомую науке роль. Но и при современных знаниях эти чудесные красавцы вполне оправдали мечты энтузиастов-интродукторов — ботаников, меняющих привычные места обитания полезных нам растений, заставляющих их жить в необычных условиях.

Да не посетует на меня ботаник — москвич Михаил Михайлович Герасимов, сильно влюбленный в эвкалипты, за публикацию частной переписки. Поздравляя своего знакомого в Новый год, он написал о своей мечте: «Значение фитонцидов большое, в частности эвкалиптов. Я, как интродуктор эвкалипта, исходя из личного опыта, выдвигаю следующее предложение: создать порослевые насаждения небольших размеров на 200—400 квадратных метров со 100—200 растениями в каждом населенном пункте вплоть до широты Москвы. Они могут дать и для людей, и для домашних животных эффективные лечебные средства при несложном их приготовлении. Один раз заложенные насаждения при небольшом уходе ежегодно будут возобновляться порослью и давать эвкалиптовый лист». И право, стоит бороться за это! Эвкалипты заслуживают такой восторженной похвалы.

Обратимся теперь к другим растениям, а с удивительными свойствами эвкалиптовых деревьев мы еще не раз встретимся при чтении этой книги.

В то самое время, когда ленинградка Родина проводила опыты на эвкалиптах, ученые Оренбурга Б. С. Драбкин и А. М. Думова ставили подобные опыты на листьях других растений. Они наносили на поверхность листьев герани, березы, тополя, туи, черемухи и липы капли жидкости с миллионами бактерий золотистого стафилококка. Листья герани и туи оказались бактерицидными, но рекорд побили тополь и береза: уже через 3 часа большинство бактерий погибло от каких-то выделений листьев этих деревьев. И другими, еще более точными способами доказали Драбкин и Думова действие на бактерии живых неповрежденных листьев растений[2]. Ввиду интереса этих опытов остановимся на них поподробнее.

Представим себе стеклянный ящик емкостью 144 литра. Такие ящики микробиологи называют боксами. Одна стеклянная стенка может отъединяться от ящика или, наоборот, при-

---

[1] Родина В. Я. О фитонцидах эвкалиптов.— В кн.: Фитонциды, их роль в природе. Под ред. Б. П. Токина. Л., 1957.

[2] Драбкин Б. С., Думова А. М. Об изучении фитонцидного действия живых растений.— В кн.: Фитонциды, их роль в природе.

винчиваться во время опыта так прочно, что никакого сообщения воздуха бокса с наружным воздухом не будет. С противоположных концов ко дну бокса приделываются две металлические трубки. По первой трубке наружный воздух поступает в бокс. В воздухе комнат и лабораторных помещений всегда находятся те или иные микробы, а для опыта требуется, чтобы поступающий воздух не был загрязнен ими. Ученые поступили очень просто: к свободному концу первой трубки они приделали изогнутую стеклянную трубку, заткнув ее ватой. Итак, при поступлении новых порций воздуха бактерии не могут проникнуть в бокс, они окажутся задержанными ватой. Вторая металлическая трубка соединяется с особым прибором, дающим возможность определить количество бактерий в воздухе бокса. Подробное устройство его может интересовать только специалистов. Укажем лишь, что благодаря особой тяге воздух можно пропускать, положим, в течение 10 минут от первой трубки через вторую к прибору и нам точно известно, сколько воздуха проходит за это время. Взвешенные в воздухе бактерии осаждаются на питательной для них среде в специальной стеклянной посуде.

В посуде бактерии размножаются; можно подсчитать через сутки их количество и судить о микробной загрязненности бокса в момент взятия пробы воздуха. В бокс легко помещаются горшки с различными комнатными растениями. Теперь изучим влияние выделяемых растениями летучих веществ на микробов, находящихся в воздухе бокса. Узнаем сначала, перед опытом, какое количество бактерий взвешено в воздухе бокса. Пропустим для этого в течение 10 минут воздух в аппарат со стеклянным цилиндром. А следующую пробу воздуха возьмем через сутки пребывания испытуемых растений в воздухе, причем опять-таки, как и в контрольной пробе, будем пропускать воздух только в течение 10 минут. Расчет простой и ясный: если неповрежденные листья растений выделяют в воздух гибельные для бактерий летучие вещества, то после суток пребывания растения в боксе воздух в нем должен содержать меньшее количество микробов. Помещали таким образом в боксы овсяницу красную, райграс пастбищный, герань, пеларгонию, хризантему, циперус, бегонию, аспарагус, тую.

Каковы результаты увлекательных опытов Драбкина и Думовой? Ни одно из названных растений своими летучими веществами полностью не убивает всех микробов в воздухе бокса, или, как говорят, не стерилизует, но количество микробов под влиянием растений снижается за сутки более чем наполовину. Туя снижает количество микробов на 67 процентов, хризантема — на 66, циперус — на 59, райграс пастбищный — на 58. Другие растения хуже очищают загрязненный микробами воздух, например герань и бегония — только на 43, а аспарагус — всего лишь на 38 процентов, но и это неплохо. Невольно напра-

шивается мысль: декоративные растения не только радуют наш глаз своими милыми красками и формами, но и очищают воздух от бактерий.

Если быть очень строгим и придирчивым, то можно усомниться в результатах описанных опытов. Может быть, уменьшение числа микробов в воздухе вызывается не бактерицидными свойствами летучих веществ растений, а тем, что бактерии оседают на поверхности растений? Этому сомнению противоречит тот факт, что при помещении в бокс разных растений воздух очищается в разной степени, хотя на поверхности всех растений могли бы осаждаться микробы. Но раз возникает сомнение, то исследователь должен не отбрасывать его, а выяснить истину новыми опытами, что и было образцово выполнено Драбкиным и Думовой.

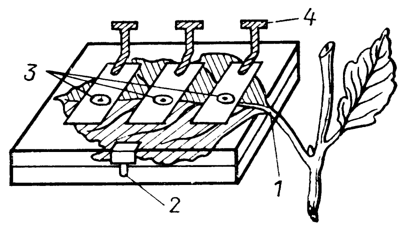


Рис. 8. Камера для изучения фитонцидного действия живых листьев.

1 — прорезь для черешка листа; *2* — затвор крышки камеры; *3* — отверстия для капли со взвесью микробов; *4* — зажимы.

Приготовили из прозрачного плексигласа коробку 14 сантиметров длиной, шириной 10 и высотой 1 сантиметр. Плотно подогнанная крышка коробки может открываться (рис. 8). В одной из стенок коробки имеется прорезь.

Поставим такой опыт. Не отрывая от растения листьев, поместим один или несколько их в камеру так, чтобы черешок попал в прорезь. После этого крышку закроем. В крышке имеются три отверстия. Во время опыта накроем отверстия стеклянными пластинками, в центре которых находятся капли жидкости с микробами, например с золотистым стафилококком. Чтобы стеклянные пластинки лежали плотно, зажмем их зажимами. Таким образом, капли с микробами, свешиваясь в камеру, как бы «смотрят» на живые листья растений, находящиеся от них всего на расстоянии половины сантиметра. Если неповрежденные листья выделяют летучие бактериоубивающие вещества, то мы легко обнаружим это, изучая их действие в течение одного, двух и более часов. Для этого после опыта надо поместить капли с микробами в хорошую питательную среду и узнать, будут ли и как будут размножаться бактерии. Такие опыты были поставлены с листьями березы, герани и черемухи. Оказалось, что живые целостные листья, без всякого ранения их, выделяют в воздух летучие бактерицидные вещества. Особенно это было ясно в опытах с геранью. Уже час «смотрения» капли с микробами на листья герани не остается безнаказанным для микробов, а при 6-часовом опыте абсолютно все бактерии, находившиеся в капле, умирали. И листья нашей

чудесной российской красавицы березы выделяют в воздух бактерицидные летучие вещества.

А вот и еще доказательство того, что неповрежденные растения выделяют летучие бактерицидные вещества. Ленинградский ученый Н. В. Новотельнов задумался над общеизвестным фактом. Семена ржи, пшеницы, ячменя и других злаковых культур, прорастая, как правило, не заболевают, не подвергаются действию бактерий, которые, однако, «кишмя кишат» в почве. Ученые знают из опытов, что нелегко заставить заболеть хорошие семена злаковых, даже создавая специальные условия, способствующие заражению их бактериями. Чем объяснить эту изумительную сопротивляемость? Чем защищает себя зерно? Когда зерно прорастает, оно поглощает влагу, набухает. Это все знают, но мало кто обращает внимание на обратное явление: зерно, набухая, в свою очередь, выделяет в окружающую среду какие-то вещества, придающие воде желтоватую окраску. Такие вещества теперь изучены, они оказались так называемыми флавоновыми глюкозидами, обладающими свойствами убивать разнообразные микроорганизмы, в том числе и вредных для злаковых растений бактерий. Выходит, злаковые растения, прорастая, выделяют в почву бактерицидные вещества. Еще более интересно то, что зерна злаковых культур выделяют и летучие вещества, убивающие микробов.

Поместим в стеклянную чашечку увлажненные зерна ячменя. Накроем ее чашкой Петри, в которой имеется тонкий прозрачный слой питательного агара с посевом тех или иных бактерий. Мы можем выяснить, не выделяют ли зерна ячменя летучие вещества, повреждающие микробов. Чтобы не ошибиться, лучше иметь контроль. Поместим теперь наши установки в хорошие для бактерий температурные условия. Пройдут сутки, и мы увидим, что в контрольной чашке происходил равномерный, по всей поверхности агара, рост бактерий. В то же время в опытной чашке под влиянием ядовитых для микробов летучих веществ, выделяемых зернами ячменя, многие бактерии оказались убитыми и поэтому образовалась зона без бактерий.

По краям чашки с агаром происходил рост бактерий, а в центре, то есть в том месте, которое особенно подвергалось «бомбардировке» летучими веществами, выделяемыми зернами ячменя, роста бактерий не было. Эти вещества, как выяснилось в дополнительных опытах, не только препятствуют росту микробов, но и разрушают их, растворяют, или, как говорят, лизируют. Есть над чем задуматься ученым и практикам! Сколько еще тайн хранит природа, сколько еще сил растений и животных, выработанных естественным путем в ходе эволюции, не использовало человечество!

Итак, даже и неповрежденные растения выделяют в воздух или в почву летучие вещества, убивающие микробов, но, как

правило, в значительно меньшем количестве, чем раненые растения.

Но ведь совершенно неповрежденных растений в природе, в сущности, никогда не бывает, и не так-то легко, как это может показаться, иметь для опытов неповрежденный растительный материал.

Ветер бьет листья, ветки ударяются друг о друга, нанося раны, которые не видны простым глазом; листья могут опадать, ветки могут ломаться. Ранят листья и насекомые, и птицы. Если в тканях растений размножаются паразитические грибки или бактерии, это тоже вызывает своеобразные ранения. Точные исследования показывают, что даже ползание насекомых по листу вызывает некоторые повреждения. Если же учесть и другие возможности ранений в природе, нетрудно убедиться, какое огромное количество летучих веществ выделяется в атмосферу растениями только при ранении их. Вспомним, какую колоссальную поверхность имеют десятки тысяч листьев, скажем, многолетнего дуба или сотни тысяч, даже миллионы, игл сосны.



Рис. 9. Неопалимая купина.

Специальными исследованиями доказано, что единичный экземпляр древовидного можжевельника может выделить за один день 30 граммов летучих веществ. Один гектар можжевелового леса может выделить в атмосферу 30 килограммов летучих веществ! Мы можем лишь догадываться о количестве летучих веществ, выделяемых в хвойных и лиственных лесах, на лугах, в степях.

Выделение летучих веществ некоторыми растениями порой даже видно. В Средней и Южной Европе, на юге Советского Союза — на Кавказе и в южной Сибири — растет травянистое растение, которое называется ясенец белый. Но оно имеет и другое название — неопалимая купина (рис. 9). Чем вызвано такое странное название? В теплый безветренный день растение как

бы окутано выделяемыми им летучими веществами. «Облака» фитонцидов не видно. Но поднесем к купине зажженную лучину, и вокруг растения мы увидим мимолетное пламя. Составные части летучих веществ горючи и дают вспышки огня.

В дальнейшем мы будем говорить о том, почему в ходе развития растительного мира выработались такие любопытные свойства летучих веществ и тканевых соков растений, какую роль эти вещества играют в природе.

Эти вещества не случайны, они имеют значение для жизни самих растений и наряду со многими другими свойствами растений защищают их от вредных бактерий, грибков, простейших организмов и тех или иных многоклеточных организмов, особенно насекомых. Таким образом, вещества эти, будучи разнообразной химической природы у разных растений, обладают общим свойством: они создают невосприимчивость, или, как говорят, природный иммунитет, растений к различным заразным болезням.

Эти вещества названы *фитонцидами* [1].

Название означает, во-первых, что эти вещества растительного происхождения («фитон» — растение), а во-вторых, что они обладают свойством убивать другие организмы (указывает частичка «циды»). Однако термин ничего не говорит ни о роли в природе открытых веществ, ни о разнообразном применении фитонцидов в практике. Наука обнаружила, кроме того, что летучие фитонциды могут стимулировать рост и размножение тех или иных микроорганизмов.

В биологии, как правило, нет названий, которые бы долгое время отражали содержание открытого в природе явления, так как в ходе развития новой проблемы содержание термина дополняется, изменяется. Например, что может быть более неправильного, чем названия «клетка» (растительного или животного организма) или «витамины»?

Летучие фитонциды впервые обнаружены в природе в 1928—1930 годах. Справедливость требует отметить, что помимо автора этой книги пионерами исследований в области фитонцидов явились А. Г. Филатова и А. Е. Тебякина, которые под моим руководством убедительно доказали мощные бактериоубивающие свойства фитонцидов пищевых растений в отношении болезнетворных для человека бактерий.

Проблема фитонцидов стала достоянием науки, и ею занимаются многие специалисты в разных городах нашей страны. Иностранные ученые, в особенности американцы, англичане и австралийцы, открывают фитонциды различных растений, однако они большей частью замалчивают первенство русской науки в этой новой проблеме и дают фитонцидам неправильное

---

[1] В свое время лучшего названия автор открытия придумать не мог; оно прочно вошло в науку и жизнь, и нет надобности изменять его.

название «антибиотики», что значит «противожизненные вещества». Да, фитонциды любого растения губительны для соответствующих организмов, но они имеют большое жизненное значение для самих растений. А об этом не говорит термин «антибиотики», так же как он ничего не говорит о растительной природе этих веществ. «Противожизненными» веществами являются, например, серная кислота, цианистый калий. Значит, и они антибиотики? Но слово «антибиотик» вошло прочно в медицинскую науку и фармакопею. Как-то получилось без особой сговоренности между учеными, что лекарственные фитонцидные препараты, получаемые из бактерий, грибков, называют антибиотиками, а когда речь заходит о высших растениях, почти всегда дают правильное название — «фитонциды».

Только приходится всегда помнить о том, что фитонциды любого растения обладают антибиотическими свойствами, но далеко не всякий антибиотик является фитонцидом, то есть играет защитную для растения роль в борьбе против микроорганизмов и вредных для него многоклеточных организмов.

Красочен и разнообразен растительный мир! Нам известны сотни тысяч видов, разновидностей, сортов растений, и все они обладают фитонцидными свойствами. Это явление характерно для растительного мира в целом. Одни растения вырабатывают преимущественно сильно летучие фитонциды, другие — малолетучие; фитонциды разных растений имеют неодинаковую мощность, различен и их химический состав. Фитонциды одних растений обладают бактерицидными свойствами, то есть могут убивать бактерии. Фитонциды других растений обладают бактериостатическими свойствами, то есть не убивают, а только задерживают рост и размножение микроорганизмов.

Фитонциды различных растений — это не одно какое-либо вещество, а множество самых разнообразных. Фитонциды лука убивают вне организма туберкулезную палочку и в то же время бессильны в отношении некоторых бактерий и грибков, вызывающих заразные заболевания у лука. Фитонциды прибрежно-водного злакового растения манника убивают некоторые многоклеточные организмы, например мух и слепней, в течение секунд, а простейших — лишь через многие часы.

Возвратимся к свойствам фитонцидов убивать одноклеточные организмы — протозоа. Эти свойства мы будем впредь называть протистоцидными.

Как много растений изучено в этом отношении? Только одной нашей лабораторией обнаружено более 500 видов растений, летучие фитонциды которых обладают протистоцидными свойствами. И деревьям, и травам, и кустарникам присущи эти свойства. Среди протистоцидных растений имеются кормовые и ядовитые для животных, съедобные для человека и сорняки — обитатели Крыма, Кавказа, Индии и сибирской тайги, Алтайских гор и болот Ленинградской области.

На основании многочисленных исследований можно сделать общий вывод: по-видимому, большинство растений при повреждении их может выделять протистоцидные вещества той или иной мощности. Приведем примеры из различных растительных семейств, причем укажем, сколько минут требуется для умерщвления протозоа, если помещать их на определенном расстоянии от только что приготовленной растительной кашицы из листьев растений:

Редька посевная	— 1—10	Граб европейский	— 7
Лук репчатый	— 2	Кипарис траурный	— 7
Чеснок	— 3	Борщевик	— 9
Пион дикий: корень	— 5	Можжевельник казачий	— 10
листья	— 25	Смородина черная	— 10
Кедр атласский	— 3	Айва обыкновенная	— 12
Клен сахарный	— 4	Сосна кедровая	— 15
Дуб	— 5	Лавр благородный	— 15
Каштан калифорнийский	— 5	Орех грецкий	— 18
Апельсиновое дерево	— 5	Клен татарский	— 20
Мандариновое дерево	— 5	Береза бородавчатая	— 20—25
Лимонное дерево	— 5	Кипарис душистый	— 25
Черемуха обыкновенная	— 5	Тополь серебристый	— 25
Можжевельник крымский	— 5	Мята	— 25
Жасмин	— 5	Акация ленкоранская	— 30
Кипарис вечнозеленый пирамидальный	— 6—15	Горчица белая	— 35
Тис ягодный	— 6	Помидор	— 35
Дуб пушистый	— 6	Самшит кавказский	— 45
Володушка кустарниковая	— 6	Тысячелистник обыкновенный	— 50

Приведенные цифры имеют значение лишь для сравнения протистоцидной силы разных растений в отношении одних и тех же простейших. Если бы мы взяли для опыта других простейших, например разные виды инфузорий, то получили бы другие цифры.

Все цифры, характеризующие протистоцидную мощность растений, получены в определенных условиях опытов: определенный объем посуды, определенное количество растительного материала, определенный объем капли воды с простейшими и т. д. Если изменять эти условия, то можно быстрее или, наоборот, медленнее убить тех же простейших теми же летучими фитонцидами. Так, мы говорили, что листья апельсинового и лимонного деревьев убивают простейших через 5 минут. Это правильно при определенной постановке опытов. Но, изменяя условия опытов, мы можем убить летучими фитонцидами листьев этих деревьев тех же простейших в секунды или, наоборот, растянуть процесс умерщвления до нескольких десятков минут.

А как обстоит дело с бактерицидными свойствами? И в этом отношении исследовано большое количество растений. У многих тысяч растений обнаружены бактерицидные фитонциды.

Способы их изучения разнообразны. Наиболее часто применялись способы, указанные на рис. 10.

Бактерицидные вещества, убивающие многих бактерий, в том числе и болезнетворных для человека и животных, обнаружены у чеснока, хрена, лука, горчицы, редьки, кровохлебки, помидора, картофеля, моркови, кукурузы, таволги, дикого пиона, ломоноса, красного перца, репея, сахарной свеклы, сельдерея, петрушки, лавра благородного, алоэ, крапивы, можжевельника, подорожника. Иглы хвойных и почки черемухи, листья лавровишни, тополя, эвкалипта, конопли, валерианы, копытня, кубышки желтой, чистотела, различные части и органы многих других растений обладают бактерицидными свойствами.

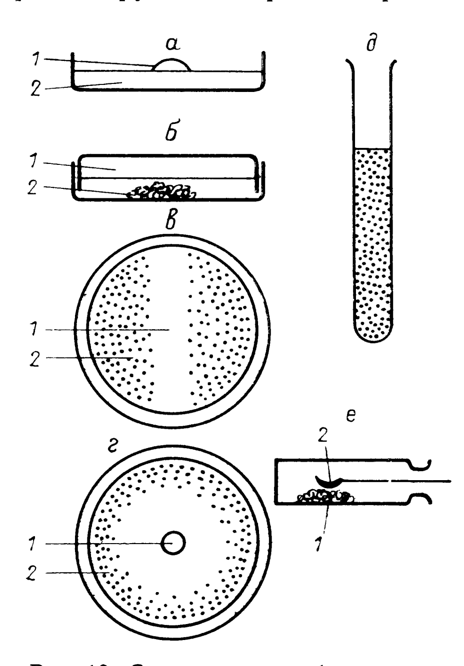


Рис. 10. Схема опытов с бактериями.
а: *1* — капля бактерицидного сока, *2* — питательная среда с посевом бактерий; *б*: *1* — поверхность питательной среды с бактериями, *2* — растительная кашица; *в*: *1* — фитонцидная «дорожка» на агаре, *2* — посев бактерий на агаре; *г*: *1* — «колодец» в агаре, в который помещается растительная кашица, *2* — посев бактерий на агаре; *д* — взвесь бактерий в бактерицидном соке растения; *е*: *1* — растительная кашица, *2* — платиновая сеточка, на которой находятся бактерии.

Фитонциды выделяются и растениями, живущими в воде и по берегам у самой воды. Есть такие растения — синезеленые водоросли. Они живут в пресных и морских водоемах. Встречаются и на берегах рек и озер, и на сырой почве, и на сваях и т. п. В реке или озере часто можно найти осцилляторию — синезеленую водоросль, имеющую нитчатую форму. Как выяснилось из опытов, осциллятория выделяет в окружающую водную среду вещества (в том числе и летучие), токсические для некоторых микроорганизмов.

Гречиха земноводная, трифоль, озерный камыш, ядовитый вех, хвощ, водяная сосенка и другие подводные, водные, плавающие и прибрежно-водные растения обладают энергичными протистоцидными свойствами и так же, как и наземные растения, убивают на расстоянии простейших и другие организмы. Может быть, именно фитонциды водных растений объясняют некоторые загадочные явления, до сих пор еще не объясненные наукой. Вот одно из таких явлений.

Во многих водоемах, в том числе и в искусственных водо-

хранилищах, создаются, казалось бы, великолепные условия для развития бактерий. Бактерии и питательные для них органические вещества постоянно поступают в эти водоемы из воздуха, донных отложений, размываемых берегов и сточных вод от населенных пунктов и т. п. Кроме того, здесь развиваются многочисленные растительные организмы — водоросли, живущие в верхних слоях воды во взвешенном состоянии. Совокупность таких растительных и животных (большей частью очень мелких) организмов называется планктоном.

Ученые доказали, что планктонные организмы выделяют в окружающую среду органические вещества, являющиеся хорошим питательным материалом для некоторых бактерий. Совершенно логично предположить, что в летние месяцы массового размножения водорослей должны создаваться особенно благоприятные условия для размножения постоянно попадающих в воду бактерий. Но это предположение странным образом не оправдывается наблюдениями и опытами. Оказалось, что между бактериями и водорослями, по крайней мере некоторыми из них, существует стихийная борьба, антагонизм: много водорослей — мало бактерий, мало водорослей — много бактерий.

Если взять во время большого цветения из водохранилища воду и фильтровать планктон через фильтры с очень маленькими порами или просто прокипятить воду, то мы избавим ее от планктонных организмов. Казалось бы, мы создали тем самым менее благоприятные условия для размножения бактерий, ибо лишили их пищи, которую дают водоросли. Опыт же показывает, что, наоборот, бактерии размножаются теперь более энергично.

Один ученый поставил следующий опыт. Он взял из водохранилища 50 кубических сантиметров воды и налил ее в колбочки в два раза большего размера. В другие такого же объема колбочки он налил такое же количество воды, взятой одновременно из того же водоема. Но эту воду он предварительно отфильтровал, то есть освободил от планктона. Потом время от времени он брал из колбочек пробы и засевал их на питательные для бактерий среды. Что же оказалось? Через двое суток бактерий в одном кубическом сантиметре нефильтрованной воды было всего 1100, а в фильтрованной — 1 451 000!!!

Трудно объяснить такое странное противоречие иначе, чем предположением о выделении многими планктонными организмами фитонцидов, убивающих или тормозящих размножение бактерий. Это предположение очень вероятно, хотя, конечно, еще не может считаться доказанным.

На примере водорослей мы убедились в наличии фитонцидных свойств у так называемых низших растений. К ним относятся кроме водорослей слизевики, грибы, лишайники и бактерии. К высшим же растениям относятся мхи, папоротники, хвойные, все цветковые растения.

Если же фитонцидные свойства присущи всем растениям, то не должны явиться исключением и сами бактерии и грибки, например плесневые. Так оно и оказалось. Сами бактерии и низшие растения выделяют в определенных условиях размножения во внешнюю среду вещества, убивающие других бактерий и грибков. Если эти бактерии или грибки — паразиты, то они выделяют и такие вещества, которые изменяют составные части клеток и тканей высших растений и животных.

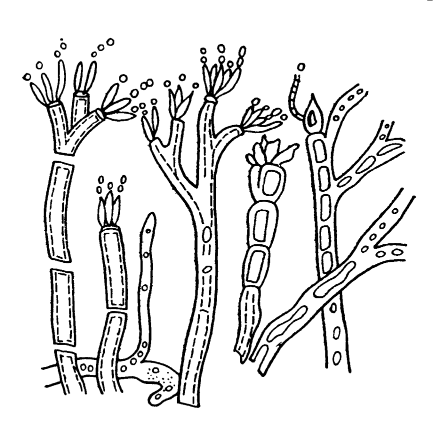


Рис. 11. Плесневый гриб пенициллиум нотатум, из которого производят пенициллин.

Среди этих веществ особую известность приобрели вещества, выделяемые плесневым грибком, носящим название пенициллиум нотатум, вещества, выделяемые бактерией, живущей в почве,— бациллой бревис, и, наконец, одним лучистым грибком — актиномицетом. Первое вещество, извлекаемое химическим путем из жидкой среды, в которой растет плесневый грибок (рис. 11), названо пенициллином, второе — грамицидином и третье — стрептомицином. Эти препараты получили широкую и заслуженную известность. Они оказались весьма полезными при лечении многих заболеваний, и теперь существуют целые заводы по их изготовлению. Кстати сказать, хорошо служат плесневые грибы человеку: ученые и инженеры, создавая пенициллиновые заводы, добились того, что грибы продуцируют нужные медицине вещества в тысячу раз большем количестве, чем в условиях природы.

Во время Великой Отечественной войны медицина смело ввела новые антисептики (обеззараживающие от бактерий и грибков вещества) в практику. Тогда началась, как говорится, знаменитая полоса в медицине, которую образно можно назвать пенициллиновой эпохой. Медицина благодаря новым антисептикам спасла жизнь миллионам людей. Интерес к фитонцидам низших растений не ослабевает до сих пор, и ученые ищут новые и новые лекарственные вещества для оказания помощи больному человеку.

Сколь распространены фитонцидные свойства в мире низших растений? Усилиями советских ученых Н. А. Красильникова, Д. М. Новогрудского, А. А. Имшенецкого, Г. Ф. Гаузе и многих других, а также иностранными учеными обнаружено огромное количество бактерий и грибков, которые в результате своей жизнедеятельности выделяют во внешнюю среду анти-

микробные вещества, убивающие или угнетающие жизнь других бактерий и грибков — своих противников, конкурентов.

Болгарскими учеными Марковым и Богдановым доказано, что плесневые грибы, лучистые грибы (актиномицеты), пивные и винные дрожжи да и бактерии помимо продукции нелетучих антибиотиков выделяют во внешнюю среду летучие фитонциды. В этом можно убедиться, поместив невдалеке от плесневых грибов бактерии, посеянные на питательной среде. Так, плесневый гриб, называемый ароматическим пеницилломом, убивает на расстоянии многих бактерий: стафилококков, сарцин, сенную палочку, тетрагена, бациллус микоидес и др. В свою очередь, бациллус микоидес и другие микробы выделяют летучие фитонциды, тормозящие рост тех или иных микроорганизмов.

Много загадок задают новые опыты и химикам. Очень любопытно, например, что летучие фитонциды плесени — это не те ароматические вещества, которые вызывают запах. Киевские ученые В. И. Билай и А. А. Вьюн провели также исследования летучих веществ грибов, называемых по-латыни мортиерелля. Они широко распространены в почве, навозе, их можно легко найти на поверхности насекомых. Эти грибы губительно действуют на расстоянии на многие другие микроскопические грибки и бактерии.

Не надо думать, что каждая бактерия выделяет вещества, угнетающие рост и размножение всех без исключения прочих бактерий. Нет, в развитии живой природы, в ее эволюции этого не могло произойти, и действие фитонцидов низших растений избирательное, так же как и влияние фитонцидов высших растений. Как ни мощны бактерицидные свойства фитонцидов многих высших растений, все-таки есть бактерии, для которых они безвредны.

Это очень интересное и важное явление в жизни природы, во взаимных отношениях микробов, животных, высших растений, и мы на нем остановимся подробнее. Пенициллин не убивает, например, дизентерийную палочку, но сильно угнетает рост стафилококков, стрептококков и многих других бактерий. Грамицидин является ядом для значительного числа бактерий, но он не причиняет никакого вреда туберкулезной палочке. Стрептомицин же, наоборот, убивает туберкулезную палочку, но не умерщвляет некоторых бактерий, весьма нестойких к грамицидину. Таких примеров можно было бы привести множество.

Одно поколение ученых не сможет изучить фитонцидные свойства всех растений, произрастающих на земном шаре. Но не будем прибедняться насчет опытов с бактериями. В одной только лаборатории К. И. Бельтюковой поставлены тысячи опытов. Изучались бактерицидные свойства фитонцидов роз, георгина, мака, дельфиниума, лилии, пионов, петуньи, настур-

ции. Испытуемых бактерий было также немало — десятки видов.

Исследовалось и влияние фитонцидов травянистых и древесных растений на фитопатогенные бактерии (болезнетворные для растений). Изучались фитонциды малины европейской, бузины черной, осины, ореха грецкого, дуба обыкновенного, черемухи, сосны обыкновенной, клена обыкновенного, лимонника китайского, граба обыкновенного, щавеля конского, горчака, молочая лозяного, полыни полевой, осота обыкновенного. Испытывались фитонциды коры и листьев древесных пород. Под опытом было 38 разных бактерий, в том числе и возбудителей очень опасных болезней сельскохозяйственных растений. Эти бактерии легко убиваются, например, фитонцидами щавеля конского. Фитонциды сосны обыкновенной весьма действенны против возбудителей бактериальных болезней фасоли, хлопчатника, помидора, картофеля и люцерны.

Киевские ученые А. С. Бондаренко, В. А. Приходько, Г. Т. Петренко, А. А. Мещеряков, Т. И. Скоробогатько исследовали на десятках видов бактерий антимикробные свойства фитонцидов. Шестьсот видов кормовых растений произрастает на природных пастбищах и сенокосах Украинской и Туркменской республик, и фитонциды всех этих растений убивали те или иные бактерии.

Многие тысячи исследований проведены в разных странах за истекшие после открытия фитонцидов десятилетия. Этими исследованиями в той или иной мере охвачены представители всех растительных семейств. Наверное, обследовано не менее 20 тысяч высших растений. Изучались и противогрибковые свойства. Сибирский ученый Е. П. Лесников подсчитал, что уже к 1967 году было доказано противогрибковое действие фитонцидов 879 видов высших растений, принадлежащих к 128 растительным семействам.

Приведем примеры фитонцидов, убивающих те или иные бактерии. Туберкулезная палочка (в опытах вне организма) убивается фитонцидами чеснока и посевной гречихи. От фитонцидов пихты погибают дифтерийная и коклюшная палочки, стафилококки и другие бактерии. Фитонциды почек березы бородавчатой губительно действуют на дизентерийную и кишечную палочки. Фитонциды черной смородины, черемухи обыкновенной, эфедры, укропа и многих других растений убивают золотистый стафилококк. От фитонцидов люцерны погибает возбудитель болезни хлопчатника — гоммоза. Паратифозные бактерии нестойки к фитонцидам полыней, зверобоя и калужницы. Фитонциды бархатцев убивают стафилококков — возбудителей черной ножки картофеля, бактериального заболевания огурцов. И так далее, и так далее.

В этой книге читатель найдет много интереснейших фактов об антимикробной активности фитонцидов высших растений.

Трудно сомневаться во всеобщности явления фитонцидов. Но спрашивается, почему же не всегда удается обнаружить выделение растениями фитонцидов во внешнюю среду? По многим причинам. Во-первых, не обязательно в любой период своего развития, при любом жизненном состоянии растение выделяет во внешнюю среду фитонцидные вещества. Во-вторых, вообще не следует думать, что всякое растение выделяет именно во внешнюю среду вещества, губительные для других организмов. Составные части клеток растений, так называемая протоплазма в целом, могут обладать свойствами убивать или тормозить рост и размножение тех или иных бактерий, если они входят в соприкосновение с ними. Что же касается растений, которые выделяют фитонциды во внешнюю среду, а таких подавляющее большинство, то при изучении их могут быть допущены самые разнообразные ошибки.

Если при испытании на фитонцидные свойства какого-нибудь растения в отношении определенной бактерии или грибка получен положительный результат, исследователь может быть спокоен. Но если бы испытуемое растение, например плесневый грибок пенициллиум нотатум, оказалось небактерицидным в отношении дизентерийной палочки, то это еще не означало бы, что оно вообще лишено бактерицидных свойств. Предположим, к примеру, что еще не известны изумительные фитонцидные свойства лука. Ученый пытается убить этим растением бактерию, которая называется сенной палочкой... и решает: лук не бактерициден или почти не бактерициден, так как получен слабый или отрицательный результат в опыте с сенной палочкой. Этот вывод был бы совершенно неосновательным, ибо фитонциды лука великолепно убивают огромное число других бактерий.

Очень многое зависит, далее, от условий опыта. Как увидим впоследствии, выделение летучих фитонцидов у большинства растений очень быстро прекращается после измельчения растения. Поэтому нужно опыты ставить с наивозможной быстротой: нельзя терять не только часы, но даже и минуты и секунды после срывания растения и получения растительной кашицы. Дело может доходить до курьезов, если забывать об этих и других обстоятельствах.

Продукция фитонцидов неразрывно связана с их жизнью. Не безразлично, в какой сезон года ставить опыты, в какую часть дня срывать листья. Очень важно, больное или здоровое растение испытывается, и т. д. Если на все это не обращать внимания, то, конечно, легко впасть в ошибку.

Химия фитонцидов

Мы познакомились с некоторыми фактами мощного бактерицидного, протистоцидного и противогрибкового действия фитонцидов. Многое казалось на первых порах невероятным:

бактерицидная сила фитонцидов, скорость распространения летучих фитонцидов в воздухе, быстрота их проникновения сквозь поверхностные слои клеток и т. д. Вспомним туберкулезную палочку. В высохшей мокроте этот микроб остается жизнеспособным от 3 до 8 месяцев; такие испытанные антисептики, как карболовая кислота в 5-процентном растворе или сулема в 0,5-процентном растворе, убивают туберкулезную палочку лишь через 12—24 часа. В течение 10—30 минут этот микроб не погибает в 10—15-процентном растворе серной кислоты. Конечно, удивительно, что столь стойкий микроб убивается вне организма в первые же пять минут фитонцидами... чеснока!

Нет ли в этом чего-либо таинственного, сверхъестественного? Пока явление до конца не разгадано, оно кажется таинственным. Но это не более мистично, чем, положим, действие синильной кислоты или гашиша на человеческий организм либо роль витаминов и т. д. Тысячелетия были известны не менее загадочные факты с луком и до открытия фитонцидов, только эти факты примелькались и не останавливали на себе внимания.

Разве те слезы, которые проливает домашняя хозяйка при резании лука, менее таинственны, чем быстрота умерщвления луком каких-либо бактерий? «Плач» хозяйки вызывается тем, что летучие вещества лука исключительно быстро распространяются и вызывают ответную реакцию — выделение слез. Или вспомним быстроту действия горчичников. Нас не удивляют эти обыденные факты. Известие же о быстром действии фитонцидов на первых порах вызвало сомнения даже у высококвалифицированных химиков. Между тем как раз химикам предстоит снять покров тайны, окутывающий новую главу науки — фитонциды, снять в интересах теории и практики здравоохранения, ветеринарии, растениеводства и иных областей человеческой деятельности.

Много опытов провели в последнее десятилетие ученые, чтобы выяснить химическую природу фитонцидов, и все же, надо признать, мы находимся лишь в самом начале исследований в этой области.

Более всего посчастливилось пенициллину и грамицидину. Без преувеличения можно сказать, что целая армия химиков атаковала плесневый грибок пенициллиум и микроскопическую почвенную бактерию бациллус бревис, из которой получен грамицидин. С большой достоверностью определена химическая природа этих целебных веществ.

Гораздо менее разработана химия фитонцидов высших растений, и особенно их летучих фракций. Пионерами в исследовании химии фитонцидов высших растений являются советские ученые. Обстоятельные работы проведены в отношении фитонцидов лука и чеснока. И. В. Торопцев и И. Е. Камнев в 1942 году выделили бактерицидный препарат из чеснока в виде порошка и растворов. Тогда же Т. Д. Янович получила препарат

из чеснока — сативин, привлекший внимание многих врачей. В 1967 году М. Я. Спивак получил препарат, названный им фитонцидином. Многие и другие препараты получены из чеснока.

Американские ученые в 1944—1945 годах извлекли из чеснока бактерицидный препарат аллицин и высказали предположение о его химической природе. В 1948 году в Швейцарии сделали попытку синтезировать действующие бактерицидные вещества чеснока.

Известно еще не менее десяти попыток химиков разных стран узнать точный состав фитонцидов чеснока. Более десятка препаратов создали из чеснока, но каждый из них отличается от других по химическому составу и действию на микробов, а все они уступают еще по своей противомикробной силе природному тканевому соку чеснока и его летучим фитонцидам.

Химический состав фитонцидов чеснока и лука пока точно неизвестен. Выяснено только, что действующие бактерицидные вещества — не белковой природы. По данным Торопцева и Камнева, фитонциды чеснока по своей химической природе близки к глюкозидам — веществам, широко распространенным в растительном мире. Из чеснока выделено вещество, подавляющее бактерии уже в разведении 1 : 250 000. Названо оно аллиином. Это маслянистая жидкость, растворяющаяся в спирте и эфире, но плохо растворяющаяся в воде. Состоит из углерода, кислорода, водорода и серы. Химики пишут ее формулу так:

$$C_3H_5 - \underset{\underset{O}{\|}}{S} - C_3H_5.$$

Думать, однако, что это и есть фитонцид чеснока, неправильно. В лучшем случае аллиин — один из компонентов сложного комплекса веществ, являющегося фитонцидом. Ученым известно, что фитонциды чеснока и лука не представляют собой лишь одно соединение; они могут быть и комплексом веществ. Соки чеснока и лука, нелетучие при комнатной температуре, отличаются по составу от летучих фитонцидов этих же растений. Менее всего известна химия летучих фитонцидов. Хотя в отношении состава фитонцидов у нас имеются лишь более или менее обоснованные догадки, одно ясно: химия фитонцидов разных растений весьма различна. Мы судим об этом по их неодинаковому биологическому действию на микро- и макроорганизмы [1].

Антимикробные вещества растений могут оказаться очень простыми соединениями. Так, Р. М. Каминская выделила из можжевельника фитонцидное вещество $C_{11}H_{18}$. Оно убивает

---

[1] Под макроорганизмами понимаются все растения и животные, кроме микробов.

кишечную палочку, возбудителей тифа и паратифа *А* и *В*, возбудителя дифтерии, дизентерийную палочку. Натуральные фитонциды можжевельника, однако, навряд ли состоят только из названного вещества. Впрочем, это соображение относится и к хорошо изученным химиками фитонцидам низших растений. Так, возможно, что натуральные фитонцидные вещества типа пенициллина, содержащиеся в плесневых грибах, богаче, красочнее, чем извлекаемые из них лекарственные препараты.

Изучение состава летучих фитонцидов привело к заманчивой мысли: сравнить их с эфирными маслами растений. Я в первые годы исследований был уверен в необходимости отождествления летучих фитонцидов с эфирными маслами. Впоследствии оказалось, однако, что летучие фитонциды и эфирные масла нельзя отождествлять.

Многие опыты в нашей и других лабораториях убедили нас в том, что не только эфиромасличные растения, но и растения, не содержащие эфирных масел, обладают прекрасными фитонцидными свойствами; раненые листья дуба, например, очень хорошо на расстоянии убивают различных микробов. И в то же время некоторые эфиромасличные растения имеют весьма слабую способность убивать микроорганизмы. Так, фитонциды листьев всем известной герани очень плохо, лишь в течение часов, убивают простейшие одноклеточные организмы. Кстати сказать, совершенно необязательно, чтобы растительные вещества, имеющие запах, обладали фитонцидными свойствами.

Как получают эфирные масла? Главный способ — перегонка эфирных масел с водяным паром. Нам надо получить, например, эфирное масло из листьев эвкалипта или из кожуры плода лимона. Заготовим сырье. Измельчим его и подвергнем действию горячего пара. Эфирное масло, в микроскопических частицах находящееся в особых вместилищах, называемых железками, выступает и извлекается паром. Масло собирают в особые сосуды, иногда очищают химическими веществами и вторично перегоняют с горячим паром. Получается маслянистого вида жидкость, почти нерастворимая в воде; на бумаге она, как и подсолнечное масло, оставляет пятно.

Допустим теперь, что у какого-либо растения, например у черной смородины, летучие фитонциды и эфирное масло являются одними и теми же совокупностями веществ. Для того чтобы понять химическую природу летучих фитонцидов, описанный способ перегонки эфирных масел следует признать очень плохим; при действии горячего пара некоторые составные части летучих фитонцидов изменяются.

Перегонка эфирных масел производится не только из свежего, но и из сушеного материала. Что же там остается от натуральных, естественных летучих фитонцидов? Ведь есть растения (лук и другие), которые в первые минуты после измельчения расходуют почти все свои летучие фитонциды. Ясно, что,

перегоняя из таких растений эфирные масла, получаем не естественные фитонциды, а какие-то сильно измененные продукты.

Ученые с помощью остроумных и кропотливых опытов убедились, что летучие фитонциды и эфирные масла необязательно являются одними и теми же веществами. Расскажем об исследовании на листьях черной смородины.

Тонкой металлической иглой или остро заточенной деревянной иголкой удаляются все железки с эфирными маслами. Для полного устранения следов эфирного масла можно протереть лист промокательной (фильтровальной) бумагой. Если такой лист растереть между пальцами, то запах эфирного масла не обнаружится. И вот лист без всяких следов эфирного масла все равно продолжает выделять летучие фитонциды и убивать микробов на расстоянии.

Итак, совершенно ясно, что полученные различными способами эфирные масла, конечно, не являются в точности той совокупностью веществ, которые выделяются живым растением. Не случайно, что эфирные масла ядовиты в отношении тех растений, из которых они выделены. Например, анис, розмарин и лаванда погибают от паров собственных эфирных масел.

Точно так же полученные различными иными путями бактерициды из низших и высших растений вряд ли могут быть целиком отождествлены с той совокупностью бактерицидных веществ, которые вырабатываются в ходе жизнедеятельности растения. Все это в большей или меньшей мере «изуродованные» фитонциды. Тем интереснее напомнить некоторые данные о бактерицидных свойствах эфирных масел растений.

Известны были бактерицидные свойства эвгенола, ванилина, розового, гераниевого и других масел. В России в 80—90-х годах прошлого столетия применялась стерилизация кетгута (нитки животного происхождения, используемые в хирургии) эфирными маслами хвойных растений. В нашей лаборатории проведены многочисленные опыты, выясняющие, действуют ли эфирные масла на микроорганизмы на расстоянии, то есть убиваются ли микроорганизмы парами эфирных масел.

Опыты показали, что пары эфирных масел успешно убивают микроорганизмы. Пары эфирного масла растения душицы прекращают движение инфузорий в течение 1,5—2 минут. Пары эфирного масла серой полыни убивают инфузорий через 30—60 секунд, богородской травы — через 1—1,5 минуты, змееголовника и иссопа — в первые же секунды. Пары эфирных масел некоторых растений убивают тифозных и дизентерийных микробов.

Обнаружено уже много интересного в химии фитонцидов. Больше всего потрудились ученые Б. Е. Айзенман, С. И. Зеленуха, К. И. Бельтюкова и другие во главе с известным украинским микробиологом академиком Виктором Григорьевичем Дроботько. Как и следовало ожидать, в подавляющем

числе случаев фитонциды — это не одно какое-либо вещество, а набор веществ, особый для каждого растения.

Противомикробными свойствами обладают вещества, часто встречающиеся в растениях и давно известные науке,— дубильные вещества, алкалоиды, глюкозиды, органические кислоты, бальзамы, смолы, синильная кислота и многие другие. Но, как уже сказано, фитонциды — это чаще всего сложный комплекс химических соединений. Приведем примеры.

Главным действующим началом фитонцидов черемухи является синильная кислота, но, кроме того, в них имеются бензойный альдегид и неизвестные вещества. Фитонцидные свойства листьев дуба, казалось бы, легко объяснить тем, что в тканевом соке их всегда находятся дубильные вещества. Эти вещества действительно тормозят рост и убивают многих бактерий. На самом же деле фитонциды листьев дуба — это далеко не только дубильные вещества. Дубильные вещества почти не обладают свойством летучести, между тем листья дуба на расстоянии убивают многих бактерий. Как уже говорилось, в большинстве случаев фитонциды — это не белки и не нуклеиновые кислоты.

Много неразгаданного в химии фитонцидов. Одни растения при умирании постепенно теряют свои фитонцидные свойства, другие длительный период сохраняют их. Достойно удивления загадочное явление исключительной «живучести после смерти» некоторых деревьев. Лиственница живет 400—500 лет, а после смерти древесина ее сохраняется сотни и даже тысячи лет. В Государственном Эрмитаже в Ленинграде хранятся срубы могильных склепов, колесницы с колесами, сплетенными из корней лиственницы. Эти изделия пролежали более 25 000 лет, и бактерии и грибы не тронули их. Почему? Не примешаны ли к этому загадочному явлению фитонциды?

Не будем более углубляться в область химии. Может случиться, что у отдельных растений в составе фитонцидов имеются вещества, не известные еще химии. Так думают, например, о некоторых составных частях фитонцидов чеснока. Впрочем, не станем заниматься излишними пророчествами: надо терпеливо ждать результатов исследований и проникнуться уважением к труду химиков, который нередко бывает героическим. Пусть нетерпеливые люди, требующие быстрого ответа о химическом составе фитонцидов, знают, что химический состав растений подчас крайне сложен. История науки показывает, что потребовались многие годы, даже десятилетия, для определения, и то неполного, химического состава эфирного масла некоторых растений. Химики, исследуя фитонциды, сделают много полезного для медицины, ветеринарии и сельского хозяйства.

Перед началом этой главы мы вспомнили замечательные слова великого естествоиспытателя Ивана Петровича Павлова: «Факты — это воздух ученого». Они звучат как заповедь для

нынешнего и всех будущих поколений ученых. Можно быть совершенно спокойными и автору книги, и читателю за точность и обилие полученных многими исследователями фактов в области фитонцидов. Мысль читателя может спешить получить ответы на возникшие вопросы, связанные с пониманием роли фитонцидов в природе, со значением открытия фитонцидов для науки, медицины, промышленности. На некоторые из этих вопросов мы будем пытаться дать ответ уже скоро, но центральный биологический вопрос — о значении фитонцидов для жизни самих растений — мы обстоятельно обсудим лишь в конце книги, когда будем располагать гораздо большим количеством фактов о свойствах фитонцидов, чем располагаем сейчас.

Забежим вперед и предварительно выскажем одно очень ответственное предположение о том, почему фитонцидные свойства появились в ходе эволюции растений и какова их роль в природе.

Любое растение, будь то плесневый грибок или береза, бактерия или дуб, в ходе своей жизнедеятельности вырабатывает фитонциды, помогающие ему наряду с иными многочисленными приспособлениями бороться против бактерий, грибков и могущих оказаться для него вредными тех или иных многоклеточных организмов. *Фитонцидами, образно говоря, растение само себя стерилизует.*

Таким образом, под фитонцидами мы условимся понимать вещества растений разнообразной химической природы, обладающие свойствами тормозить развитие или убивать бактерии, простейшие, грибы и те или иные многоклеточные организмы; фитонциды имеют важное значение в предохранении растений от заболеваний, то есть играют важную роль в естественной невосприимчивости растений к заразным заболеваниям.

Продукция фитонцидов неотделима от жизни растения в целом

Фитонциды — целебные вещества для самих растений. Об этом много говорится в книге. Означает ли это, что фитонциды являются веществами, предназначенными только для защиты растений? Наука вправе ответить уже в настоящее время с большой достоверностью: нет, не может быть, чтобы фитонциды у большинства растений оказались веществами, не могущими играть никакой другой роли в жизни растения, кроме защиты его от вредных организмов. Вообще у животных и растительных организмов трудно найти такие выработавшиеся в ходе эволюции структуры и функции, которые имели какое-либо единственное значение.

Поясним это примерами. Белок куриного яйца во время развития цыпленка участвует в построении клеток зародыша, он же своими антибиотическими свойствами помогает эмбриону

противодействовать возможной заразе — микробам и грибкам; белок имеет и серьезное механическое защитное значение для желтка — собственно зародыша.

Пример второй — лейкоциты крови человека. Являясь составной частью крови, они выполняют многообразные отправления в здоровом, нормальном организме. Но вот в организм внедрились микробы — заразное начало. Лейкоциты благодаря своим ложноножкам (псевдоподиям) выходят из стенок мельчайших сосудов в районе воспаления, в месте внедрения микробов. Теперь они выполняют роль пожирателей микробов, то есть роль фагоцитов.

И фитонциды растений, каков бы ни был их химический состав, не обязательно должны быть лишь защитными веществами. Они ими служат при ранении растения, при действии вредных для него веществ, выделяемых бактериями, при повреждении насекомыми и т. д. Но они же могут играть в нормальном, здоровом организме растения какую-либо иную, даже многообразную роль, составляя часть протоплазмы клеток или межклеточных веществ. Они могут, например, участвовать в обмене веществ; выделения больших количеств летучих органических веществ могут способствовать, наверное, уменьшению или усилению теплоотдачи, притоку кислорода и т. д.

Мы еще многого не знаем. Одно ясно — продукция фитонцидов неотделима от жизни растений в целом.

Как правило, энергичные протистоцидные летучие вещества обнаруживаются в течение очень непродолжительного времени после того, как растение сорвано и из него приготовлена кашица. Нередко уже в первые минуты, а иногда и секунды, растительная кашица расходует основные порции летучих фитонцидов. В соответствующих опытах приходится следовать совету: «лови момент». Кашица лука дольше, чем кашица многих других растений, сохраняет способность выделять летучие бактерицидные вещества, но и в этом случае в первые же полчаса испаряется большая их часть.

Однако есть удивительные, еще не подвергавшиеся химическому научному анализу исключения из такого правила. Приготовленная на терке кашица из корней дикого пиона (марьина корня), даже простояв на воздухе в продолжение трех суток, выделяет летучие фитонциды, от воздействия которых протозоа погибают через 3 минуты. Еще более поразителен чеснок. Это какой-то неисчерпаемый источник летучих фитонцидных веществ. Приготовленная из его луковицы кашица, простояв в блюдце на воздухе в обычной жилой комнате 100—200 часов и более и подсохнув, после добавления в нее небольшого количества воды вновь начинает выделять мощные летучие фитонциды. Конечно, когда станет ясна химическая картина всех процессов, происходящих при выделении фитонцидов, это явление будет выглядеть не так интригующе. Может оказаться, что ничтож-

ных, микроскопических количеств, всего нескольких молекул фитонцида достаточно, чтобы у бактериальной или протозойной клетки нарушить какую-либо существенную функцию, повредить, например, механизм дыхания.

При исследовании фитонцидных свойств некоторых растений можно особенно не торопиться, и наш рабочий девиз «лови момент» не всегда необходим. И все же в большинстве случаев в опытах с летучими фракциями фитонцидов нельзя быть медлительным. Пример из жизни нашей лаборатории подтверждает это.

С одного дерева черемухи, с одной и той же ветки, были сорваны листья. Несколько исследователей условились проделать один и тот же опыт. Каждый взял три листа, измельчил их на терке, полученную кашицу поместил на дно большой пробирки, впустил в пробирку комнатных мух и закрыл ее ватой. Нам уже известно, что в таких условиях мухи умирают от летучих фитонцидов черемухи. Оказалось, что в зависимости от скорости и степени измельчения материала, а также от быстроты постановки опыта у разных исследователей получались весьма отличающиеся результаты: мухи гибли то в течение 5—30 секунд, то в течение 3—5 минут, то есть примерно в 50 раз медленнее.

Выделение фитонцидов различными органами одного и того же растения неодинаково. Лепестки цветов черемухи менее фитонцидны, чем листья. Луковица лука в 2—3 раза протистоцидиее, нежели листья (перо). Летучие фитонциды луковицы чеснока убивают в течение 6—7 минут подвижные споры грибка, вызывающего болезнь картофеля — фитофтору, фитонциды зеленых листьев чеснока — только после 35-минутного воздействия, фитонциды корня — через 20 минут.

Близко родственные виды растений, различные сорта одного и того же вида обладают разными фитонцидными свойствами. Возьмем полынь. Летучие фитонциды листьев полыни культбаника убивают инфузорий в течение 14 минут, в тех же условиях летучие фитонциды полыни бальханорум умерщвляют их через 20 минут, а полыни сантолина — через 9 минут.

Разные сорта лука неодинаково фитонцидны. Летучие фитонциды чебоксарского и испанского сортов убивают через 30 минут 100 процентов спор грибка — возбудителя каменной головни ячменя. В тех же условиях опытов фитонциды сортов Валенсия и Джонсон не могут убить все споры названного паразита ячменя. В нашей лаборатории изучена способность летучих фитонцидов лука одиннадцати северных и пяти южных сортов убивать инфузорий и фитофтору. Она оказалась различной.

На земном шаре растет очень много разных видов эвкалиптов. В нашей лаборатории изучены 30 видов. До чего же они различны! Проходит 10—15 минут, и простейшие неизменно

погибают, если они находятся в капле воды на некотором расстоянии от раненых листьев эвкалиптов пепельного, прутьевидного и многих других. Но в условиях тех же опытов простейшие не погибают даже через 6 часов, если на них воздействовать листьями эвкалиптов клавеллина, кребра и других. А фитонциды акациевидного эвкалипта не убивают тех же простейших даже в течение 24 часов!

Еще показательнее различия в фитонцидных свойствах малолетучих тканевых соков эвкалиптов. В течение первой секунды простейших убивают соки листьев шаровидного эвкалипта и многих других, а в соке акациевидного эвкалипта те же организмы живут более 24 часов. Фитонцидная сила разных видов эвкалиптов различается в десятки, сотни и даже тысячи раз!

Существуют разные виды черемухи: обыкновенная, виргинская, черемуха Маака и черемуха поздняя (серотина). Большое число исследователей поставили одновременный опыт. Сорвали в один и тот же час листья разных видов черемухи, взяли одинаковое по массе количество листьев каждого вида и испытали действие летучих фитонцидов на ряд бактерий, грибков, простейших, на мух и другие организмы. Что же оказалось? Разные виды черемухи определенно обладают разными свойствами.

В зависимости от времени года и периода развития растение также обладает разными фитонцидными свойствами. Ставились опыты с фитонцидами хвойных в Томске. Летучие фитонциды сосновой хвои убивают инфузорий в течение 10—15 минут, хвои пихты — через 5 минут, ели — через 10—15 минут, кедровой сосны — через 15 минут. Водный настой из хвои этих растений убивает простейших моментально, в доли секунды. Такой результат получен в июле. Поставлены опыты в ноябре. От водного настоя из ноябрьской хвои инфузории гибнут лишь через десятки минут, а от летучих фитонцидов ноябрьской хвои — только через 1,5—2 часа!

В весеннее и летнее время листья черемухи весьма фитонцидны. Желтые же, да и зеленые листья, сорванные осенью, выделяют столь ничтожные количества фитонцидов, что ими в течение 40 минут (!) не удается умертвить споры картофельного грибка — фитофторы.

Исследователи собрали корни кровохлебки в мае и поставили опыты по влиянию их фитонцидов на микробов дизентерии. Из 12 опытов в пяти случаях микробы оказались убитыми в течение 30 минут, но в остальных случаях понадобилось для этого 3- и 4-часовое воздействие. Точно такие же опыты были поставлены и с сентябрьским сбором кровохлебки: во всех 20 опытах микробы были убиты в течение 5 минут.

Доказана различная фитонцидная активность в разные периоды прорастания лука и чеснока, в разные месяцы хранения луковиц лука и чеснока и т. д. Мы давно заметили, что луковицы лука, хранившиеся в прекрасных условиях, все равно

к весне менее активно вырабатывают летучие фитонциды. В нашей лаборатории З. А. Борзова изучила, относится ли это ко всем сортам лука. Что же оказалось? Удалось обнаружить сорта, убивающие некоторых микробов к весне лучше, чем зимой.

Больные и здоровые растения по-разному продуцируют фитонциды. Листья черемухи обыкновенной, сорванные с одного и того же дерева днем и ночью, обладают разной бактериоубивающей силой.

И. Ю. Славенас изучил два вида горчицы — белую и сарептскую. Наибольшая продуктивность фитонцидов имеет место в самый расцвет жизни этих растений: во время цветения — у сарептской горчицы и во время образования стручков — у белой горчицы. Фитонциды накапливаются преимущественно в нежных и легко повреждаемых органах. У сарептской горчицы много фитонцидов в семенах, бутонах и цветках и меньше всего в стебле. У белой горчицы фитонцидами богаты корни, средние листья, цветки и прорастающие семена.

Если ранить ткани горчицы, то происходит вспышка фитонцидной активности. Фитонцидов образуется больше, если растение находится на свету, а не в темноте. Все это говорит о том, что фитонциды играют очень важную роль в жизни растения. Кстати сказать, бактерицидные и противогрибковые свойства фитонцидов горчицы чрезвычайно мощные. Многие очень стойкие вредоносные грибы, вызывающие болезни растений (как-то: фузариум, ботритис, устилляго и другие), и их споры умирают после шестичасового воздействия летучих фитонцидов, а немало бактерий гибнет в первые минуты!

Уже сказанного достаточно, чтобы сделать заключение о теснейшей зависимости фитонцидной активности растения от его жизни.

...Недаром растительный мир, столь богатый фитонцидами, в общем несравненно реже животного страдает бактериальными болезнями. Летучие фитонциды — это, так сказать, первая линия обороны, соки — вторая.

Б. М. Козо-Полянский

Разнообразные реакции микроорганизмов на фитонциды

Мы с вами, читатель, имеем представление о протистоцидной силе летучих фитонцидов разных растений. Одни убивают простейших в течение многих минут, другие (при тех же условиях опыта) — за несколько секунд. Это относится и к вредным, и к безвредным простейшим.

Среди неспециалистов, да и среди некоторой части врачей и биологов, распространено ошибочное мнение о «нежности» одноклеточных организмов, о том, что они погибают от самых незначительных вредных влияний внешней среды. С другой стороны, распространены и преувеличенные представления о их исключительной стойкости (по сравнению с бактериями).

Эти мнения, имеющие некоторое основание лишь в отдельных случаях, простительны для неспециалистов, но они не могут принести пользы науке и практике. Вопрос не так прост. Понятия «нежность» и «грубость» мало подходят и к микроорганизмам, и к многоклеточным животным, и к растениям.

Есть такой паразитический червь — аскарида. Различные виды ее паразитируют в кишечнике человека, лошади, собаки, свиньи, кошки. Яйца аскарид, видимые под микроскопом (и как точки без микроскопа), прекрасно развиваются в концентрированном медном купоросе, в 2-процентной соляной кислоте и других веществах, которые даже в небольших количествах являются смертельными ядами для многих животных. Между тем эти микроскопические яйца очень «нежные», никакой «брони» они не имеют.

Некоторые паразитирующие у человека и животных болезнетворные протозоа так же стойко переносят воздействие веществ, крайне ядовитых для животных. Так, летучие фитонциды некоторых растений в течение нескольких минут вызывают смерть лягушек, но они не убивают и за долгие часы такие хрупкие организмы, как инфузории. Есть растения, летучие фитонциды которых убивают в 2—5 минут мышей, а «нежные» инфузории погибают от них лишь через 2—3 часа.

Ядовито ли данное вещество или безвредно для той или иной бактерии, протозоа, грибка и иных организмов, зависит от того, вступает ли оно в какие-либо реакции с веществами организма, затрагивают ли эти реакции жизненно важные органы и отправления, например дыхание. Есть бактерии, которые, подобно людям, без кислорода обходиться не могут. Но есть такие, для которых кислород является ядом: у них по-иному происходит дыхание, и при наличии кислорода в окружающей среде они погибают.

Развитие живой природы, ее эволюция идет не по какому-то шаблону, а очень разнообразно. В ходе эволюции, за тысячи и сотни тысяч лет создавались простые, а иногда и весьма сложные взаимоотношения между растениями, животными, бактериями. Это отношения сожительства, вражды, нейтралитета, паразитизма и т. д.

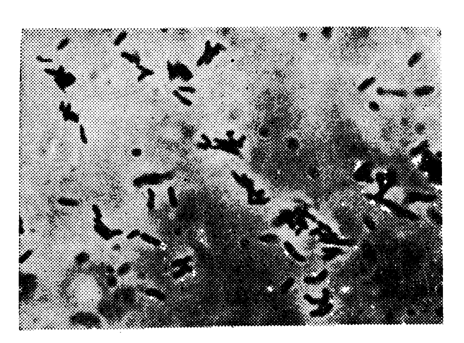
Вдумаемся в такие явления. Вспомним снова о туберкулезной палочке — микробе, очень стойком к различным вредным воздействиям, но в течение 3—5 минут погибающем от летучих фитонцидов некоторых обычных растений!

Двое молодых московских врачей А. Е. Зимин и В. П. Кротова, используя самую новейшую технику — электронный микроскоп, позволяющий видеть микробы увеличенными в десятки тысяч раз, выяснили, как умирает туберкулезная палочка под влиянием фитонцидов чеснока. Обнаружилось, что уже 15-минутное воздействие водного экстракта чеснока ослабляет палочку, а через 30 минут она окажется убитой и подвергнется резким изменениям. Стойкая оболочка ее не устоит против действия фитонцидов чеснока. Если бактерии пробудут в соприкосновении с фитонцидами 20 часов, от бактерий останутся, как говорят, «бледные тени». Гранулы распались, оболочка исчезла, растворилась, вся протоплазма (тело бактерии) изменилась, помутнела. Скорая смерть от чеснока туберкулезных бактерий с их изумительной приспособленностью кажется удивительной. Туберкулезная палочка великолепно приспособилась к клеткам и тканям легких человека и обезьяны. А попробуйте впрыснуть под кору какого-либо дерева большое количество туберкулезных палочек. Ни малейшего заболевания растения это не вызовет. Рана заживет, и внесенные бактерии погибнут.

Летучие фитонциды чеснока и тканевые соки его, как мы уже говорили, убивают в первые минуты стафилококков, стрептококков, брюшнотифозную бактерию, дизентерийную палочку и многих других микробов. В полости рта здорового человека со здоровыми зубами всегда имеются те или иные бактерии, грибки и спирохеты. Достаточно пожевать в течение двух, трех или даже одной минуты лук, еще лучше чеснок, чтобы все микроорганизмы, населяющие полость рта здорового человека, оказались убитыми.

Микробиологи справедливо отмечают, что при стерилизующем действии фитонциды ведут обычно к столь же быстрой смерти бактерий, как и высокая температура.

Таким образом, мы вновь стали свидетелями, что лук и чеснок обладают изумительными бактерицидными свойствами. Однако хорошо известно всем, что они болеют, правда, значительно меньше, чем многие другие растения, причем болезни их заразные, инфекционные; они вызываются бактериями и грибками, и заражение может передаваться одним растением другому, так же как больной скарлатиной ребенок может заражать другого.



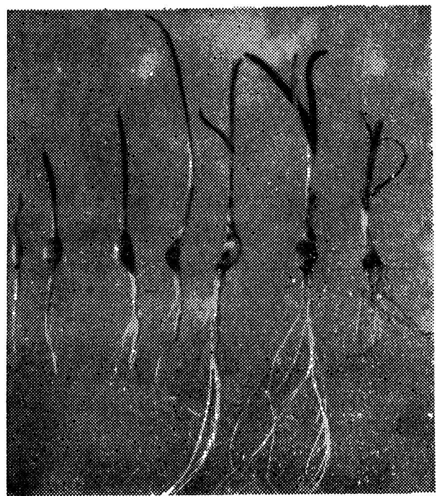


Рис. 12. Чесночные бактерии и пораженные заразной болезнью луковицы чеснока.

Ученым пока не удается найти такую бактерию, которая была бы болезнетворной для человека и которую не убивали бы фитонциды чеснока. И в то же время чеснок плохо, а нередко и совсем не убивает чесночные бактерии. Под большим увеличением микроскопа они хорошо видны. Они имеют вид подвижных палочек с округлыми концами. На рис. 12 представлена их фотография. При бактериальном заболевании у основания луковиц появляется вдоль жилки коричневая полоса, постепенно расширяющаяся и распространяющаяся в верх зубка, ткани которого приобретают неравномерную перламутрово-желтую окраску. Можно искусственно заразить луковицы чеснока, если уколоть их иглой, смоченной жидкостью с чесночными бактериями. В месте укола через 7—10 дней появляются язвочки. На этом же рисунке дан фотографический снимок больных луковиц чеснока. Чесночная бактерия оказывается очень стойкой к фитонцидам чеснока, более стойкой, чем туберкулезная палочка. С другой стороны, фитонциды родственного растения — лука или фитонциды игл хвойных деревьев хорошо убивают чесночную бактерию.

Итак, в ходе эволюции чесночная бактерия так изменилась, что приспособилась к чесноку и его фитонциды не стали сильным ядом для нее. Это не означает, что фитонциды чеснока совершенно не убивают чесночную бактерию. Чеснок защищается своими фитонцидами и против нее. Заболевает чеснок лишь тогда, когда ослабляется жизнедеятельность растения и уменьшается производство фитонцидов. Да и в этом случае приходится сделать оговорку. Заразим искусственно дольку чеснока чесночной бактерией. Если заражение произойдет, то благоприятную почву в тканях чеснока найдут для себя и грибы, и через одну-две недели долька чеснока обильно покроется плесенью. Все ли ткани дольки прекращают продуцирование фитонцидов, и все ли они перестают сопротивляться чесночной бактерии? Нет. Пораженная луковица чеснока может прорасти в воде или почве. В этом случае разрушение пораженных частей происходит еще более усиленно, но вырастает здоровое растение со здоровой луковицей.

Доказано строгими научными опытами, что чесночная бактерия является именно чесночной. Попробуем искусственно заразить ею луковицы тюльпана, нарцисса, гладиолуса, гиацинта, клубни картофеля или разные органы других растений. Нам не удастся вызвать болезнь. Фитонциды этих растений и другие защитные их свойства препятствуют размножению чесночной бактерии или убивают ее.

То же можно сказать о любом растении: фитонциды не убивают или действуют очень слабо на те микроорганизмы, которые являются вредными для данного растения, они в ходе эволюции приспособились к этим фитонцидам. Каждое растение имеет свои заразные заболевания, и, конечно, фитонциды не убивают всех бактерий, имеющихся в природе.

Более того, некоторые бактерии, как это доказал советский ученый Н. Г. Холодный, усваивают в качестве питательных летучие органические вещества, выделяемые растениями. Фитонциды, являющиеся страшным ядом для одних бактерий, могут быть хорошей пищей для других микроорганизмов, приспособившихся к ним в ходе эволюции.

Можно привести много доказательств несостоятельности рассуждений о «нежности» и «стойкости» бактерий, грибков или протозоа. Нельзя эти вопросы разрешать упрощенно, нельзя, в частности, утверждать, что протозоа вообще более «нежны», менее «стойки», чем бактерии.

Картины смерти инфузорий под влиянием фитонцидов

Как и почему умирают под влиянием фитонцидов бактерии, простейшие и грибки? Вопрос этот не праздный, а очень важный для теории и практики медицины, ветеринарии и растениеводства.

Если наука знает, вследствие каких химических реакций и физических процессов данное вещество убивает тот или иной микроорганизм, это облегчает и борьбу с болезнями, и подбор других веществ для защиты от вредного микроорганизма. Оставим в стороне спорные вопросы «химии умирания» и остановимся на более выясненных: какие изменения происходят в строении микробной клетки, какова картина смерти микробов?

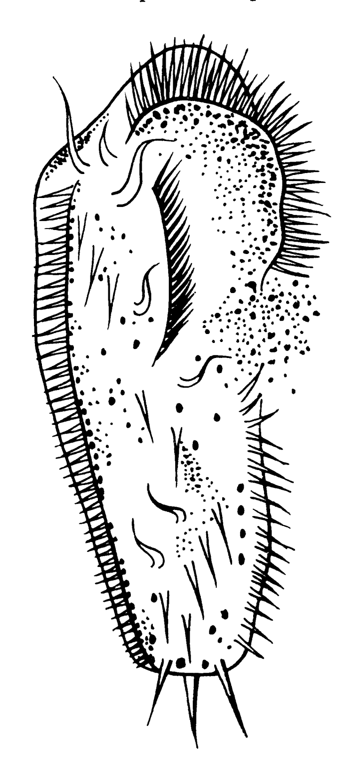


Рис. 13. Первые стадии умирания стилонихии под влиянием летучих фитонцидов лука. Справа заметно начало распада.

По этому вопросу наука располагает обширным и интересным материалом. Здесь ученым помогло то обстоятельство, что помимо прекрасных современных микроскопов мы имеем к своим услугам очень важный дополнительный способ исследования — киносъемку. В зависимости от поставленной задачи можно заснять научный фильм при различных увеличениях микроскопа и с разной скоростью.

Наиболее ясные материалы о том, как умирают микроорганизмы, получены на протозоа. Огромный интерес представляет тот факт, что под влиянием фитонцидов одного и того же растения разные виды простейших умирают по-разному.

Есть такая инфузория стилонихия. Под влиянием летучих фитонцидов лука она распадается на мельчайшие зернышки и даже растворяется (рис. 13). Это явление микробиологи называют лизисом. Тело инфузории «исчезает». То же происходит и с инфузорией локсодес рострум. В течение 10—15 секунд все ее тело растворяется в окружающей жидкой среде!

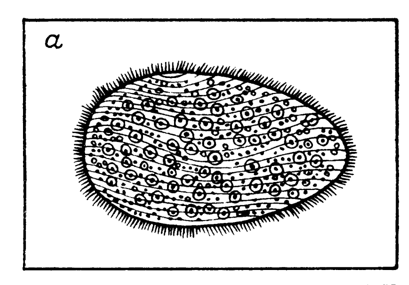
В совершенно тех же условиях другая инфузория — спиростомум терес — под влиянием тех же фитонцидов распадается на зернышки, но растворения всего тела не происходит. Эту смерть мы называем зернистым распадом (рис. 14).

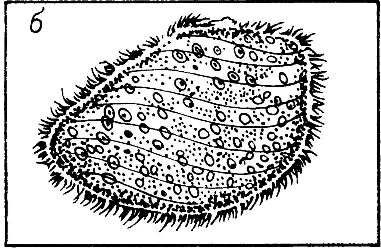
Некоторые простейшие под влиянием фитонцидов умирают, сохраняя свое строение, все свои основные структуры — ядро, реснички, благодаря которым осуществляется движение, и т. д. Более того, эти структуры становятся отчетливее — при умирании как бы закрепляется их строение. Микроорганизм умер, но он кажется нормальным. В таком состоянии микроб может на-



Рис. 14. Зернистый распад инфузорий спиростомум терес под влиянием летучих фитонцидов лука.

Слева — нормальная инфузория.





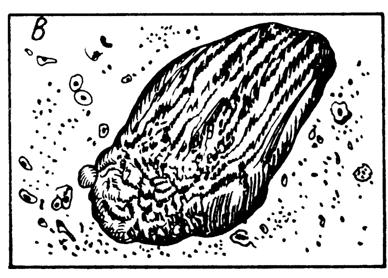


Рис. 15. Фиксация структур у опалины.

а — нормальная инфузория, видно много одинаковых ядер и ресничек, при помощи которых движется паразит; *б* — инфузория спустя сутки после ее смерти от летучих фитонцидов лука, все структуры (ядра, реснички и другие) стали еще более отчетливыми; *в* — начинающийся распад той же инфузории, реснички и ядра исчезают, на поверхности появляются пузыри.

ходиться час, другой, третий и даже сутки и дольше. Затем уже начинается саморазложение — очень сложное химическое явление распада белков и других соединений. Примером такого явления может служить фиксация структур и последующий распад у инфузории, называемой опалиной, паразитирующей в кишечнике лягушки (рис. 15).

От чего же зависит форма умирания? Не получается ли различная картина смерти от одного и того же фитонцида в зависимости от количества действующих вредных веществ?

Нет, это предположение неправильно. Можно в одной висячей капле воды иметь одновременно стилонихию, спиростомум и опалину. Поднесем к этой капле кашицу из луковицы лука. Инфузории умрут по-разному: одна исчезнет, другая распадется на зернышки, у третьей же закрепится на несколько часов ее строение.

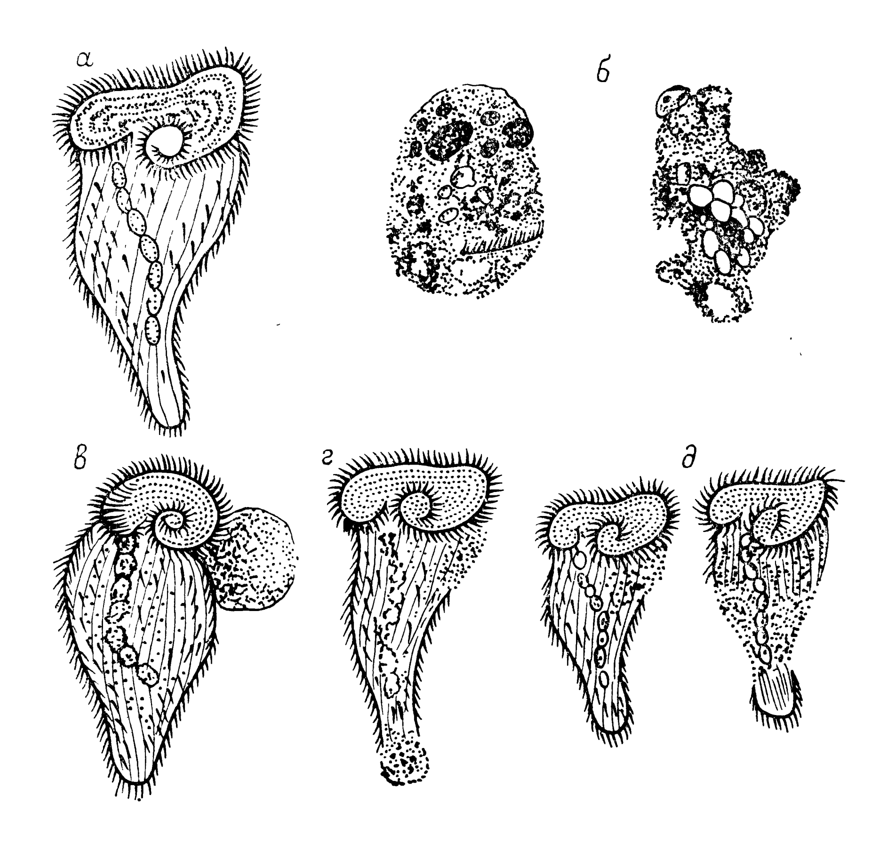


Рис. 16. Смерть трубача под влиянием фитонцидов.

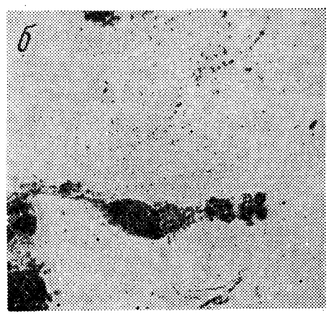
а — нормальный трубач; *б—д* — смерть трубача под влиянием летучих фитонцидов: *б* — лука (последовательные стадии разрушения), *в* — кедровой сосны, *г* — паров эфирного масла полыни, *д* — летучих фитонцидов черной смородины.

Не менее интересно для теории и практики и то обстоятельство, что фитонциды разных растений вызывают у одного и того же вида инфузорий различные химические явления, приводящие к их смерти. Это и понятно. Фитонциды разных растений имеют очень своеобразный состав. Поэтому одни фитонциды могут подавить дыхание, другие — растворить поверхностные слои протоплазмы, третьи — изменить какие-либо важные для жизни составные части протоплазмы (ферменты и пр.).

Смерть произойдет во всех случаях, но характер умирания, картина предсмертных явлений будут различны. Грубое подобие этого можно усмотреть и в умирании многоклеточных организмов и даже высших животных, у которых смерть может наступить от остановки дыхания, от разрыва крупных сосудов и по многим другим причинам. Сколь непохоже реагирует один и тот же организм на действие различных фитонцидов, можно видеть на рис. 16.

Мы сняли под микроскопом кинофильм о влиянии летучих фитонцидов лука на инфузорию стилонихию. На рис. 17 представлены отдельные последовательные стадии ее смерти.





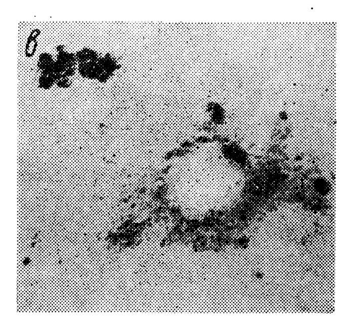


Рис. 17. Умирание стилонихии под влиянием летучих фитонцидов лука.
Объяснение *а—в* см. в тексте.

Сначала начинает умирать передний конец инфузории, тот, которым она движется. Распад тела быстро распространяется к заднему концу. По поверхности тела этой инфузории имеются реснички, благодаря движениям которых движется и вся инфузория. Интересно, что движение инфузории не прекращается до полного ее распада! Остающиеся лишь небольшие участки тела продолжают двигаться даже более ускоренно, чем в норме.

Еще более удивительно явление, пока загадочное для науки: инфузория почти полностью исчезает, лизируется. На рис. 17, *в*, который представляет один из заключительных этапов смерти, видно, что от инфузории остались лишь небольшие количества

мельчайших зернышек. Это скорее даже не частички тела инфузории, а различные нерастворимые включения в ее протоплазме.

Гибель микро- и макроорганизмов от фитонцидов апельсина, лимона и мандарина

Для того чтобы рассмотреть подробнее губительное действие фитонцидов на протозоа и другие организмы, можно с одинаковым успехом взять многие растения: дуб, черную смородину, хвойные и т. д. Но мы на этот раз остановимся на цитрусовых.

Плоды цитрусовых с давних пор считались полезными для человека. Плоды апельсинового, лимонного и мандаринового деревьев в народной медицине разных стран пользовались большим почетом в качестве лекарственных веществ.

Еще полторы тысячи лет назад в китайских книгах давался рецепт приготовления чая с лимоном. В XVII веке в Китае лимон применялся как средство для излечения ран и легочных заболеваний. Китайцы много сотен лет назад установили пользу лимона при цинге. В нашем столетии благодаря открытию витаминов догадки народной китайской медицины стали научно обоснованными, и сейчас никто не сомневается, что среди витаминных растений одними из лучших против цинги являются плоды лимона.

Научная медицина использует плоды цитрусовых при лечении желудочно-кишечного тракта и дыхательных путей. Применяли эти целебные плоды и для лечения гнойных ран, язв желудка и кишечника, при брюшном тифе и ангине.

В последние годы стали известны фитонцидные свойства цитрусовых. Летучие фитонциды листьев и плодов лимонного, мандаринового и апельсинового деревьев обладают бактерицидными свойствами в отношении многих бактерий, патогенных и безвредных для растений, животных и человека. Фитонциды цитрусовых, в частности, убивают некоторые формы дизентерийных микробов.

Займемся, однако, не бактерицидными, а протистоцидными свойствами фитонцидов цитрусовых.

Возьмем плод лимона, апельсина или мандарина. Острой бритвой срежем приблизительно полусантиметровую площадку кожуры. Разрежем этот кусочек на еще более мелкие кусочки или раздавим его в ступке, чтобы создалась большая поверхность испарения. Как и в опытах с другими растениями, положим полученную растительную кашицу на дно чашки Петри (или в любую другую подобную посуду), а на внутренней поверхности крышки поместим висячую каплю сенного отвара[1] с простейшими, например инфузориями. Все они погибнут.

---

[1] Сенной отвар — хорошая среда для инфузорий.

Смерть их наступит в разное время в зависимости от состояния плодов, степени измельчения материала, объема посуды и т. п. Можно взять такое количество источника фитонцидов и создать такие условия, что гибель простейших наступит в первые секунды воздействия; но можно и растянуть их умирание даже на несколько десятков минут.

Опыты эти очень просты, и каждый, располагая несложным оборудованием, может повторить их.

Поставим теперь следующий опыт. Выдавим в чашку Петри сок из мякоти лимона, апельсина или мандарина. Так же, как и в предыдущих опытах, поместим на внутреннюю поверхность крышки каплю сенного отвара с теми же видами инфузорий, которые, как мы убедились, очень нестойки к летучим фитонцидам кожуры цитрусовых. Мы обнаружим удивительное явление: сколько бы мы ни налили сока мякоти плодов, никакого действия летучие вещества сока на инфузорий не окажут. Даже через сутки инфузории не погибнут. Вывод очевиден: летучие фитонциды мякоти цитрусовых плодов не обладают протистоцидными свойствами.

Но это не значит, конечно, что летучие вещества мякоти лишены совершенно фитонцидных свойств. Нет, они хорошо убивают многих бактерий, в том числе и вредных для человека. В нашей лаборатории доказано, что уже при 30-минутном воздействии летучих фитонцидов лимонной мякоти на культуру дизентерийной палочки количество выросших колоний составляет лишь 28 процентов по сравнению с контрольными, не подвергавшимися воздействию фитонцидов. Доказано тормозящее влияние летучих веществ плодовой мякоти цитрусовых на плесневые грибки. Отмечено отчетливое бактериоубивающее действие летучих веществ в отношении, например, золотистого стафилококка и бактерии цитрипутеале, вызывающей болезни цитрусовых и других растений.

Итак, небольшие кусочки кожуры лимона, апельсина или мандарина весом в миллиграмм или доли его убивают на расстоянии простейших, а целый стакан только что выжатого из мякоти сока тех же плодов не оказывает на них на расстоянии смертельного действия.

Возьмем теперь каплю сока мякоти лимона, апельсина или мандарина, соединим ее с каплей сенного отвара с инфузориями. Смерть простейших наступит моментально, в первые доли секунды!

Доказано, что и листья цитрусовых обладают очень мощными летучими фитонцидами и фитонцидными тканевыми соками.

Таким образом, мысль выдающегося советского ботаника Б. М. Козо-Полянского, которую мы привели в начале этой главы, подтверждается опытами с плодами цитрусовых и с другими растениями. У растительных организмов имеется, если

можно так выразиться, две «линии обороны»: поверхностный слой оболочки плода обладает мощными фитонцидными свойствами — это первая «линия обороны»; не менее мощны и фитонцидные свойства мякоти плода — вторая «линия»,— но они обнаруживаются в отношении протозоа лишь при непосредственном соприкосновении с тканевыми соками.

Из воздуха, от птиц и насекомых, да и другими путями на поверхность растущих и созревающих плодов цитрусовых попадают те или иные микроорганизмы. Их размножение неизбежно будет тормозиться вследствие выделения цедрой летучих фитонцидов. Но теми же птицами, насекомыми, ветром плод может быть ранен, и микроорганизмы не только окажутся на кожуре, но и проникнут внутрь. И здесь они встретят вторую, не менее мощную «линию обороны» фитонцидов плодовой мякоти. Очень важно, какой стадии роста и созревания берутся плоды для опыта. Накопление и выделение фитонцидов самым близким образом связаны со всей жизнью растения. Менее зрелые плоды более протистоцидны.

Та же закономерность отмечена и в отношении витамина С. Если в завязи плода имеется 83 миллиграмма витамина, то в таком же количестве (по весу) незрелых плодов — 68, в зрелых крупных плодах — 67, а в перезрелых — всего 36 миллиграммов. Связано ли это как-либо с продуцированием фитонцидов — неизвестно; вот еще один вопрос, который предстоит разрешить науке. Может быть, некоторые витаминные и фитонцидные свойства совпадают или выработка витаминов и фитонцидов имеет общую основу в химических процессах, происходящих в протоплазме клеток растений. Медицина и биология хорошо знают важную роль витаминов для человека и сельскохозяйственных животных. Выясняется и роль, которую играют витамины в жизни самих растений: они входят в состав некоторых важных ферментов. Но и здесь, так же как и в учении о фитонцидах, приходится часто строить более или менее достоверные догадки, рабочие гипотезы, на основе которых можно ставить опыты и разрешать загадки природы.

Если придерживаться точки зрения, что фитонциды — защитники самих растений, считать их эволюционным приспособлением, одним из многих факторов естественной невосприимчивости растений к тем или иным заразным заболеваниям, то все рассказанное нами о цитрусовых дает материал для научной фантазии. В этом случае мы должны ожидать самую большую бактерицидную, противогрибковую и протистоцидную активность именно у завязи плода и созревающих плодов. Для созревшего и перезревшего плода апельсина, или яблока, или кизила мощные фитонциды кожуры и мякоти не только не имели бы приспособительного значения, но и играли бы отрицательную роль в сохранении вида.

Стихийное развитие живой природы, разумеется, шло не

в интересах человека, а в интересах самих организмов. Для человека было бы, конечно, лучше, если бы и перезрелое яблоко, и другие плоды обладали не меньшими фитонцидными и витаминными свойствами, чем те же плоды в ходе их роста и созревания. Как было бы хорошо для людей, если бы зрелые ягоды крыжовника, помидоры, апельсины, яблоки, огурцы не плесневели, чтобы ими самими убивались все бактерии и грибки, вызывающие распад тканей.

Но что бы случилось с такими растениями в природе без вмешательства человека? Представим себе, что на землю упали созревшее яблоко или апельсин и что они не гниют, а продолжают выделять мощные фитонциды, убивающие всех гнилостных бактерий и плесневые грибки. Для размножения растений, для продолжения вида нужно, чтобы семена освободились от окружающей мякоти и оболочек плодов. Выходит, для растений полезно, чтобы все части плода, кроме семян, теряли свои фитонцидные свойства. Плесневые грибки и бактерии нередко могут выполнять и полезную для растения роль.

Правильны или ошибочны эти соображения — трудно сказать, но фактом остается то, что значительно изменяются фитонцидные свойства плодов в ходе их развития. Это относится и к листьям.

Мы с кинооператором В. Д. Быстровым сняли научный кинофильм, чтобы узнать подробности умирания инфузории стентор, или трубач, как ее называют, под влиянием летучих фитонцидов, выделяемых клетками лимонной кожуры.

Съемка производилась таким образом. Под микроскопом помещали стекло, на котором находилась висячая капля воды со стенторами. Капля эта подвергалась «бомбардировке» летучими фитонцидами лимонной кожуры. Под микроскопом производили и съемку.

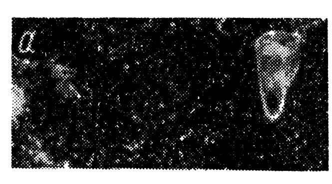
О чем же рассказывает наш кинофильм?

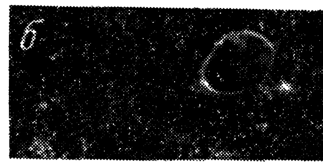
Трубач — одна из красивейших инфузорий, размер его достигает половины миллиметра и более. В расправленном состоянии длина его тела около двух миллиметров, а невооруженный глаз различает десятые доли миллиметра. Значит, трубач — огромный одноклеточный организм. К переднему концу его тело расширяется и образует раструб с полем, имеющим отверстие. От этого раструба, напоминающего трубу, инфузория и получила свое название. Удлиненным узким концом инфузория может прикрепляться к твердым предметам. Все тело ее покрыто ресничками, расположенными продольными рядами. Строение ди, на головном поле, эти ряды проходят кольцами. Строение стентора очень сложное. Многие ученые называют входное отверстие ртом, говорят о пищеварительной системе, о сократимых, подобно мышечным, волокнах и т. д.

Фильм о смерти стентора под влиянием летучих фитонцидов лимона производит на зрителей потрясающее впечатление.

Невозможно кратко описать удивительную, пока совершенно загадочную с точки зрения химии и физики, динамичную картину изменений, происходящих при умирании стентора. Картина меняется буквально в течение каждой секунды и даже долей ее.

На рис. 18 представлены снимки с отдельных кадров этого фильма. Но они, к сожалению, могут дать лишь слабое представление о бурно разыгрывающихся событиях. От начала воздействия фитонцидов до полного разрушения инфузории прошло всего лишь 92,5 секунды!





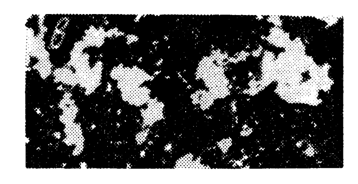


Рис. 18. Последовательные этапы умирания стентора под влиянием летучих фитонцидов кожуры лимона.

Объяснение *а—в* см. в тексте.

На рис. 18, *а* мы видим стентора в капле без влияния фитонцидов (в вытянутом состоянии). При поднесении источника фитонцидов (кашицы из поверхностного слоя кожуры лимона) стентор немедленно сокращается и становится более или менее правильным шаром. Какие химические процессы разыгрываются при этом — мы еще не знаем. А вот у стентора через минуту уже намечается явление лизиса (растворения), начинающегося с поверхности тела.

После этого стремительно развиваются драматические события. Проходит полсекунды. В одном участке совершенно неподвижного шара — инфузории — вдруг становится заметным бурный распад тела. Одновременно инфузория, как ракетный снаряд, устремляется в направлении, противоположном бурно распадающемуся участку тела. На рис. 18, *б* снят труп инфузории. Истекло всего 13 секунд после описанной картины, но сколь резкие изменения наступили! В окружности, на расстоянии более чем трех диаметров оставшегося шара видны зернышки из распавшейся протоплазмы. Проходит еще 14 секунд (рис. 18, *в*), и почти вся инфузория распадается: на значительном расстоянии мы видим какие-то остатки протоплазмы.

Если исследователь будет далее наблюдать под микроскопом, чтобы выяснить, какова же конечная картина гибели инфузории, то он встретится с совершенно загадочным пока для физики и химии явлением полного исчезновения стентора. От него остается большее или меньшее количество микроскопических, величиной в несколько микронов, маслянистого вида шариков. Это, повторяем, загадка, очень увлекательная и важная для науки и практики, ибо мы встречаемся здесь с каким-то

особым явлением, объяснение которого помогло бы медицине и биологии понять механизм действия фитонцидов и других ядов на болезнетворных микробов.

Несомненно, что эта загадка уже в ближайшее время будет решена. Пока же можно строить только различные гипотезы. Маловероятно предполагать, что сравнительно небольшое число молекул летучих фитонцидов, «бомбардирующих» воду с инфузориями, растворяет, да еще в секунды, и белки, и жиры, и углеводы — все вещества, из которых состоит тело стентора. Может быть, летящие в каплю воды молекулы фитонцидов, быстро распространяющиеся в ней и входящие в соприкосновение с телом стентора, ускоряют в десятки, сотни тысяч раз какие-то процессы, могущие протекать медленно и без фитонцидов? Может быть, молекулы фитонцидов являются, образно выражаясь, затравкой для этих процессов?

Существуют так называемые катализаторы, ферменты — вещества, которые могут во много раз ускорять медленно протекающие химические процессы. Такие вещества есть во всех животных и растительных организмах. Может быть, среди группы веществ, из которых состоят фитонциды цитрусовых и других растений, имеются ферментоподобные вещества очень мощного действия? А не связаны ли разыгрывающиеся при действии фитонцидов процессы с какими-то явлениями радиоактивного распада?

Впоследствии мы убедимся, что фитонциды высших растений могут оказывать губительное действие и на многоклеточные организмы вплоть до высших животных. Чтобы получить более полное представление о фитонцидах цитрусовых, приведем один пример их влияния на многоклеточные организмы.

Изберем для этой цели гидру. Гидры живут в прудах, озерах и медленно текущих реках на водных растениях и камнях. Они настолько велики, что видны и без микроскопа. Размеры тела их без щупалец от 2 миллиметров до 1,5 сантиметра.

Тело гидры имеет цилиндрическую форму. Конец, которым прикрепляется гидра к твердым предметам, называется подошвой. Подошвой заканчивается так называемый стебелек. Затем следует утолщенная часть тела с полостью, в которой переваривается пища. Эта часть тела носит название желудочного отдела. На верхнем конце желудочного отдела находится ротовое отверстие, окруженное 5—8—9 щупальцами — длинными нитями, могущими вытягиваться и сокращаться. Благодаря им гидра втягивает внутрь желудочной полости различную пищу, например мелких водяных рачков. Гидра состоит из большого количества различных клеток, нервных волоконец, образующих сложную сеть по всему телу. Короче говоря, гидра — животное сложное, хотя она и наиболее просто устроена по сравнению с другими многоклеточными.

Способом микрокиносъемки удалось проследить все этапы умирания гидры, находящейся в капле воды, на расстоянии от которой помещается источник фитонцидов — кашица из лимонной кожуры. Удивительное явление! В короткое время вся гидра с ее тысячами клеток, за исключением особых, так называемых стрекательных капсул и стрекательных нитей, исчезает; исчезает так же, как стентор и некоторые другие организмы.

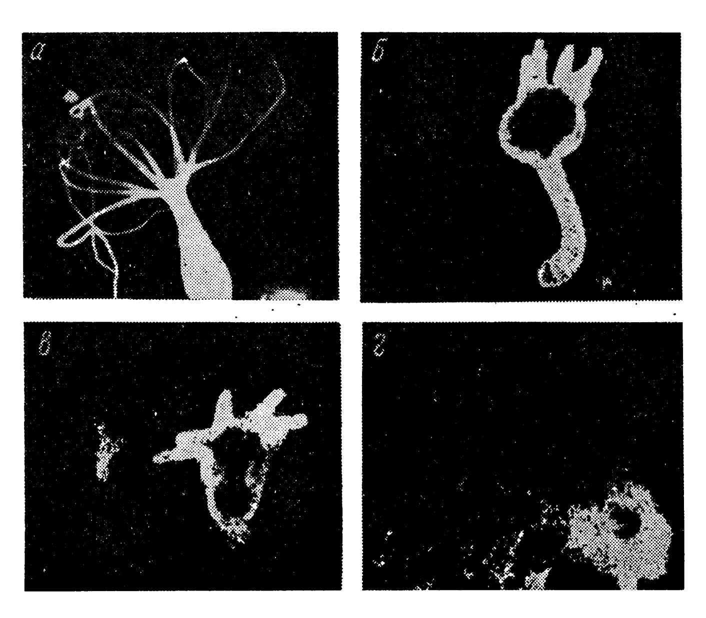


Рис. 19. Последовательные стадии умирания гидры под влиянием летучих фитонцидов кожуры лимона.
Объяснение *а—г* см. в тексте.

На рис. 19, *а* представлена нормальная гидра, а на рис. 19, *б* — она же через 2 минуты 1 секунду после начала воздействия летучих фитонцидов цитрусовых. Мы видим гидру в сокращенном состоянии. К этому времени концы щупалец уже заметно распадаются, наружные клетки (так называемая эктодерма) умирают.

У той же гидры через 2 минуты 28 секунд уже отчетливо наблюдается распад щупалец, они превращаются в какие-то махры. Погибшие клетки отторгаются от тела гидры. А через 3 минуты 21 секунду явственно виден распад всех щупалец (рис. 19, *в*). К нему присоединяется теперь и начинающийся распад подошвы стебелька. Далее физико-химические события разыгрываются все более быстрыми темпами. Проходят еще 17 секунд. Отторгаются куски мертвых щупалец. Распадается стебелек, тело гидры разрыхлено, махрится, отторгаются от-

дельные клетки. И через 7 минут 17 секунд (рис. 19, *г*) после начала опыта распад гидры столь значителен, что взятый отдельно фотоснимок этой стадии посмертных изменений, вне связи с предыдущими, ничем не напоминает бывшую гидру.

Лишь много изучавший гидру специалист под большим увеличением микроскопа обнаружит стрекательные капсулы и стрекательные нити. Многоклеточный организм «исчез», как будто кусок сахара в горячей воде!

Судьба всех остальных клеток гидры оказывается такой же, как и судьба стентора и других простейших, подвергшихся воздействию фитонцидов кожуры лимонного дерева.

Таким образом, просто и однозначно ответить на вопрос о том, как умирают микроорганизмы под влиянием фитонцидов, нельзя. В одном случае могут быстро протекать химические процессы в оболочках и поверхностных слоях цитоплазмы, а в другом случае наступает резкое подавление дыхания или гибель тех или иных существенных белков и нуклеиновых кислот, но могут происходить такие химические процессы, при которых изменяется поверхностное натяжение, и это приводит к механическому надрыву оболочек и поверхностных слоев протоплазмы. Причиной гибели может стать, например, и влияние на подвижность частей клетки, имеющей жизненно важное значение. Приведем пример такого действия фитонцидов, которое, на первый взгляд, не может привести клетку к катастрофе.

В клетках всех микроорганизмов совершаются движения разных участков протоплазмы, и это жизненно необходимо. В некоторых случаях движения видны и при небольших увеличениях микроскопа. Особенно заметны движения так называемых хлоропластов, то есть тех частей клетки, в которых находится хлорофилл; без него же зеленое растение не может строить органические вещества из простых соединений.

В. Д. Рощина доказала, что под влиянием летучих фитонцидов чеснока, хрена, черемухи, рябины быстро изменяется вязкость протоплазмы и ее проницаемость для разных веществ, тормозится движение хлоропластов. Уже в первые минуты воздействия фитонцидами черемухи скорость движения сильно изменяется, а часа через полтора хлоропласты полностью останавливаются, наступают разрушительные процессы в клетках.

Хемотаксис

В опытах, о которых до сих пор шла речь, различные органы растений были сильно поранены. Но, как мы уже говорили, и в природных условиях могут возникнуть серьезные повреждения от дождя, града, ветра, насекомых, грызунов, птиц и т. п. В поле, лесу, степи — везде, где есть растения, постоянно выделяются в атмосферу летучие фитонциды. Точно так же и в ре-

ках, прудах, озерах, океанах — во всех водоемах, где обитают растения, могут выделяться фитонциды.

Это ставит перед учеными много новых и новых вопросов. Обязательно ли и всегда ли в природе гибнут микроорганизмы под влиянием фитонцидов? Если на лист лимонного дерева или черемухи, дуба или березы попадет из воздуха та или иная бактериальная клетка, обязательно ли ожидать гибели ее от выделяющихся фитонцидов? Если около стебля водного растения окажутся инфузории, обязательно ли их погубят фитонциды этого растения?

Конечно, нет и, может быть, даже в большинстве случаев этого не происходит.

Летучие фитонциды и фитонцидные тканевые соки могут тормозить размножение бактерий и грибков, создавать химические условия, препятствующие другим организмам усваивать питательные вещества. Возникают и иные, еще более сложные, соотношения между организмами. Растение может выделять во внешнюю среду фитонциды, которые не только не убивают микроорганизмы, но и, наоборот, помогают им размножаться. Далеко не все бактерии и грибки вредны для данного растения, есть и полезные. Среди этих полезных имеются и такие, которые являются противниками других бактерий и грибков, болезнетворных для данного растения, врагами его врагов.

Совершенно очевидно, что деятельность фитонцидов, улучшающих питание, рост и размножение полезных для растений бактерий, играет такую же важную роль, как и деятельность бактерицидных и противогрибковых веществ.

Могут быть и иные, еще более сложные отношения.

Мы давно предполагали, что в природе существует так называемый хемотаксис подвижных одноклеточных организмов (бактерий, простейших, зооспор грибков и других организмов) в отношении фитонцидов. Под словом «хемотаксис» разумеется явление определенно направленного движения организмов навстречу или в сторону от какого-нибудь химического вещества. Движение от химического источника называют отрицательным хемотаксисом, движение навстречу — положительным. Конечно, ни о каком сознательном действии, ни о каком выборе места одноклеточными организмами здесь не может быть и речи. Это физико-химические и биологические явления.

Представим себе, что на поверхности влажного листа оказалась подвижная бактерия или подвижные воспроизводительные клетки определенного грибка. Если на листе, на том микроскопическом влажном пространстве, где оказался подвижный микроб, выделяются в ничтожных дозах фитонциды, которые могут вызвать явление отрицательного хемотаксиса, то это хотя бы на очень короткое время помешает непосредственному соприкосновению паразита-микроба с клетками тканей листа. А затем могут вступить в действие и другие защитные механиз-

мы растения; в последующие секунды или минуты ветер может сбросить микроскопического врага с листа.

Чувствительность бактерий ко многим веществам крайне велика. Так, одна двухсотмиллионная часть миллиграмма вещества, называемого пептоном, находящаяся в стеклянной трубочке с микроскопическим диаметром, может вызвать отчетливый хемотаксис у гнилостных бактерий в жидкой среде, в которую опущена трубочка.

Не требуется, конечно, да и невозможно сообщать здесь о многих фактах, касающихся хемотаксиса и его роли во взаимоотношениях микроба-паразита и растения-хозяина. Но все же об одном явлении расскажем. Возбудитель наиболее страшной болезни винограда, называемой мильдью, это гриб плазмопара витиколя. Зооспоры, которыми он может размножаться, как ни странно, «находят» устьица на листе винограда и проникают внутрь тканей. Каким образом? Достаточно доказано: вследствие положительного хемотаксиса зооспор. Очень может статься, что не только этот гриб приспособился в ходе сопряженной эволюции с растением винограда к его фитонцидам, но и выработался положительный хемотаксис зооспор гриба к фитонцидам винограда, скорее к их каким-то компонентам, связанным пространственно с устьицами листьев.

Правильность предположения о хемотаксисе микроорганизмов в отношении фитонцидов подтвердили опыты. Это еще только лабораторные опыты и на основании их нельзя полностью решить вопрос о том, что происходит в природе; но они представляют большой интерес.

Работая с инфузориями, мы обратили внимание на любопытное явление: если поднести источник летучих фитонцидов к капле жидкости, то находящиеся в ней инфузории в очень короткий срок меняют направление своего движения — теперь они движутся не передним концом вперед, а задним.

Поставим опыт с фитонцидами цитрусовых. Поднесем к капле воды с инфузориями гляукомы кашицу из листьев апельсинового, лимонного или мандаринового деревьев. Под микроскопом видно, как в первые доли секунды инфузории меняют свое движение на обратное. Последим за ними в течение минуты. Если источник фитонцидов не слишком мощный, если инфузории остаются живыми, все они совершают свои поступательные движения задним концом вперед, вращаясь одновременно вокруг своей длинной оси и производя еще третье движение, которое может быть названо воронкообразным.

Удалим теперь стекло с висячей каплей от источника фитонцидов. Через одну, две, три, четыре минуты все гляукомы снова начинают двигаться нормально, передним концом вперед. Когда мы в этом убедимся, приблизим снова источник летучих фитонцидов. И вновь все гляукомы, как по команде, двигаются задним концом вперед. Речь идет буквально о долях секун-

ды. Все инфузории моментально, словно по команде «назад!», изменяют свое движение.

Возникает вопрос: относится ли такое явление к хемотаксису? Опыты и наблюдения, сделанные не в природной, а в лабораторной обстановке, подтверждают это предположение.

Возьмем стеклянную чашку любого размера. На подставки положим стеклянную трубку около 10 сантиметров длиной, с любым внутренним диаметром, однако таким, чтобы жидкость с простейшими, которой заполняется вся трубка, не выливалась при ее горизонтальном положении. Один конец трубки запаян, а другой оставляется открытым (рис. 20).

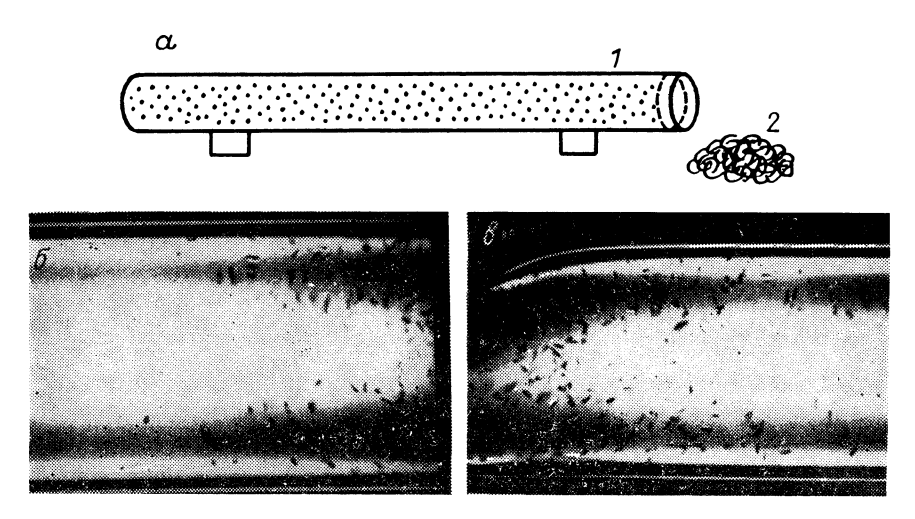


Рис. 20. Хемотаксис простейших.

а — как ставится опыт: *1* — стеклянная трубка с водой, в которой находятся инфузории, *2* — кашица из растений — источник летучих фитонцидов; *б* — результат опыта через 3 минуты после его начала; *в* — результат опыта через 5 минут — все инфузории оказались у закрытого конца.

В каждом участке этой трубки видны под микроскопом плавающие инфузории. Поставим опыты с гляукомами. В зависимости от того, под каким увеличением микроскопа или лупы рассматривать трубку, будет видно большее или меньшее количество гляуком.

Подберем такую взвесь инфузорий и такое увеличение, чтобы в каждом поле зрения (то, что видишь под микроскопом, не передвигая трубку) было 10—20 экземпляров инфузорий. Положим теперь на дно чашки готовый для опыта источник фитонцидов, например измельченные листья черемухи, лавровишни, цитрусовых и т. п.

Мы обнаружим поразительное явление: инфузории, совершая, казалось бы, только беспорядочные движения, начинают плыть от источника раздражения, то есть от открытого конца

трубки к закрытому. При удачных сочетаниях условий (удачно выбранные растения, количество источника, температура и т. п.) результаты таких опытов бывают очень наглядными. Можно добиться, чтобы вследствие отрицательного хемотаксиса к летучим фитонцидам уже в течение 30 секунд на расстоянии 2—3 миллиметров от источника не оказалось ни одной инфузории: все они уплывут по направлению к закрытому концу.

Вычисления показывают, что если бы инфузория все время двигалась по прямой линии от источника фитонцидов, то за 30 секунд она проплывала бы расстояние, равное ее длине, умноженной на 200! На самом же деле, чтобы составить себе представление о быстроте движения, эту цифру надо увеличить во много раз, самое меньшее раз в десять, так как инфузория плывет зигзагами, а часто и возвращаясь несколько назад. Выходит, что инфузория, можно сказать, галопом мчится от летучих фитонцидов, поступающих в жидкость у открытого конца трубки.

Опыты по хемотаксису проведены со многими растениями: с листьями черемухи, весенними и осенне-зимними почками ее, с кожурой лимона, мандарина и апельсина, с листьями клена, дуба, самшита, эвкалиптовых деревьев, с иглами хвойных, с луком и разными органами других растений. Опыты со всеми этими растениями на гляукоме дали положительный результат. Не вызывают явлений отрицательного хемотаксиса вареные (убитые температурой) листья или иные органы растений.

Фитонциды различных растений отличаются по силе действия. Не исключена возможность и того, что будут обнаружены фитонциды, вызывающие явления положительного хемотаксиса.

В пустыне чахлой и скупой,
На почве, зноем раскаленной,
Анчар, как грозный часовой,
Стоит один во всей вселенной...
К нему и птица не летит,
И тигр нейдет...

А. С. Пушкин

О взаимоотношениях растений и животных

Вопреки приведенному нами эпиграфу, мы знаем, что ни в одном уголке земного шара нет в одиночку живущих растений, животных, микроорганизмов. У растений много друзей, но много и врагов помимо грибков и бактерий. Очень важную роль, иногда полезную, а иногда и крайне вредную, играют в жизни растений насекомые. В ходе развития живого мира, в течение миллионов лет, сложились разнообразные, подчас весьма сложные, взаимоотношения между растениями и насекомыми. Достаточно вспомнить роль насекомых в так называемом перекрестном опылении растений, важность растений для жизни пчел; вспомним и насекомых — вредителей лесов, огородов, садов.

В лесу, на лугу, в болоте, морях — повсюду в природе жизнь растений и насекомых взаимосвязана и представляет в некоторых отношениях как бы одно целое. Наука, накапливая все больше и больше фактов о растениях и животных, в то же время изучает закономерности в жизни растительных и животных сообществ.

В озерах, реках, хвойных лесах, дубовых рощах, зарослях черемухи, на плантациях цитрусовых — везде складываются свои, своеобразные отношения между растениями и животными, преобладает свое животное население, приуроченное лишь к тем или другим видам растений, определенному характеру почвы и т. д. Самка падальных мух откладывает яйца в гниющие растительные и животные продукты. Зародыши мух могут развиваться среди кишащих микробов. Вышедшая из организма рыбы икринка может оказаться в соседстве с различными микробами, растениями и животными.

В каждом типе леса обитают и свои животные организмы. В буковых лесах встречается от 3 до 4 тысяч видов растений и от 6 до 7 тысяч видов животных (микроскопические одноклеточные животные здесь в расчет не принимаются). Оказывается, что значительная часть животных строго приурочена именно к буковым лесам. Около 1800 видов животных и 1170

видов растений находит благоприятные условия для жизнедеятельности только в буковых лесах.

Приведем пример. Он неприятный, но, пожалуй, полезный, так как заставит тщательнее мыть фрукты и овощи перед тем, как их есть. В чудесном Петергофском парке под Ленинградом ученые подсчитали, сколько различных насекомых и клещей может быть, например, на ягоде. На 400 граммах земляники оказалось около 600 экземпляров главным образом клещей, на 400 граммах черники — около 1100, на таком же количестве малины — 5000, рябины — более 7000. А в кроне одной большой березы их около 5—10 миллионов.

В природе сложились очень своеобразные взаимоотношения организмов, связанные с фитонцидами. Так, фитонциды могут оказаться у маленьких растений опасным оружием нападения на больших для них животных. Среди паразитов цитрусовых растений есть черви нематоды, похожие по своему строению на аскарид, но только значительно меньшего размера. Эти черви могут оказаться в плену у двух грибков, называемых артоботрис. Они совместно нападают на червя и побеждают его. Один из грибков, которого ученые прозвали «рыбаком», быстро разрастаясь, образует сети гифов, опутывающих червя. Другой гриб, названный «палачом», выбрасывает петли, сжимающиеся вокруг червя. Гифы прорастают в тело нематоды и убивают ее выделяющимися фитонцидами. Червь становится, таким образом, добычей грибков и, разлагаясь, служит им пищей.

А вот еще не менее своеобразный случай взаимоотношений организмов в природе на основе выделения фитонцидов. Ученые долго не могли понять, каким образом всосанная пиявкой кровь становится для нее пищей. Чужая кровь с ее сложными химическими веществами должна сначала измениться, а потом уже в более простом виде она может быть усвоена клетками пиявки. У животных и человека в кишечном тракте вырабатываются особые вещества — ферменты, благодаря которым и происходит пищеварение. В кишечнике пиявок этих веществ нет. Что же оказалось? В кишечнике пиявок постоянно живет, сильно размножаясь, бактерия псевдомонас гирудинис. Эта бактерия является благодетельной для пиявки. Она помогает переваривать всосанную кровь, выделяя соответствующие вещества, и она же, выделяя свои фитонциды, убийственные для других микробов, оказывается единственной полновластной хозяйкой в кишечнике пиявок и не допускает никакого другого бактериального загрязнения. Вот почему кишечник пиявки совершенно чистый, от сосущей кровь пиявки никогда не заболеешь заразной болезнью. Недаром научная медицина пользуется пиявками при лечении многих болезней.

Эволюция растений и животных, приобретение или потеря ими каких-либо новых свойств не происходят особняком, изолированно друг от друга. Изменения одного явления вызывают

изменения других. Между растениями и животными складываются новые и новые отношения сожительства (симбиоза) или паразитизма. Устанавливаются новые взаимоотношения в борьбе и взаимопомощи на основе законов, открытых Ч. Дарвином. В природе эти процессы совершаются ежесекундно и стихийно.

Человек, являясь частью природы, стал ее творцом, важнейшим фактором ее эволюции. Осуществляя гигантское строительство, социалистическое государство должно предвидеть и биологические последствия: какие растительные сообщества сложатся при посадке тех или других древесных пород, как изменится животный и растительный мир при строительстве новых каналов, как преобразится жизнь водоемов? Биологи всех специальностей, участвуя в этих величественных делах, заняты и решением возникающих проблем.

Все новые открытия во взаимоотношениях животных и растений используются в интересах человека, ставятся на службу лесной промышленности, медицины, сельского хозяйства, садоводства, огородничества. Хочется думать, что в ближайшие годы удастся кое-что извлечь и из открытия фитонцидов, полезное не только для борьбы с бактериями, простейшими и грибками, но и для регулирования жизни растительных сообществ и высших животных, а также активно применить фитонциды для сохранения здоровья человека.

Но вернемся к взаимоотношениям фитонцидов и насекомых.

Невольно напрашивается мысль, не играют ли и фитонциды какую-либо роль в приуроченности определенных видов насекомых к тем или иным растениям и растительным сообществам? Не имеют ли в природе летучие фитонциды какое-либо значение в качестве отпугивающих или, наоборот, привлекающих насекомое веществ? Нельзя ли использовать фитонциды в быту и медицине как инсектициды — вещества, убивающие вредных насекомых? Нельзя ли научно объяснить народные растительные средства борьбы с вредными насекомыми? Эта область исследований столь заманчива потому, что имеет огромное практическое значение.

Сообщим некоторые факты. Может быть, они пробудят у читателей интерес к наблюдениям и экспериментам в природе.

Совершим небольшую экскурсию в прошлое и сообщим об одном открытии, которое довелось сделать еще в 1928—1930 годах. Это открытие впоследствии убедило нас в полезности изучения влияния фитонцидов на многоклеточных животных, в частности на насекомых.

Уже в первые дни открытия фитонцидов, когда было ясно, что летучие вещества некоторых растений действуют губительно на грибки, встал вопрос: имеем ли мы дело с ядами, вредными протоплазме определенных клеток, или с ядами для всякой протоплазмы? Теперь-то мы хорошо знаем, что фитонциды

действуют избирательно: убивают одни клетки и организмы и не умерщвляют, а даже стимулируют другие.

Одними из первых опытов по фитонцидам были опыты с яйцами моллюсков — с теми клетками, от которых начинается развитие этих организмов. Моллюсков, «слизняков», очень много в морях, пресных водоемах и на суше (рис. 21).

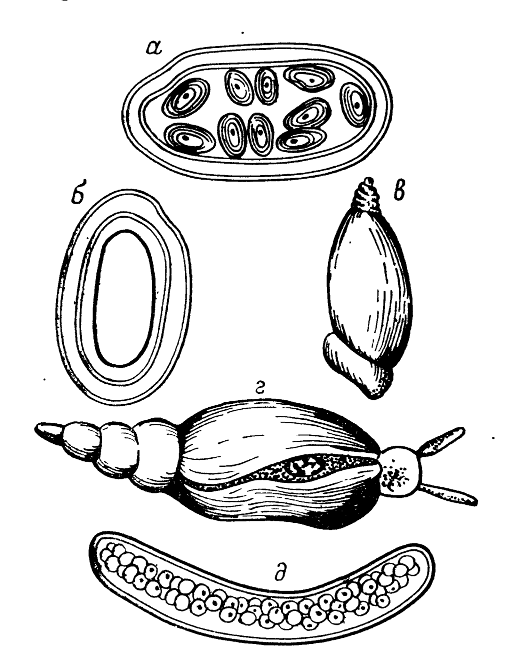


Рис. 21. Моллюски и их яйцеклетки.

а — яйцекладка, внутри общей оболочки 10 яиц; *б* — отдельное яйцо с оболочками в сильно увеличенном виде; *в* — раковина моллюска; *г* — моллюск (другого вида) в раковине; *д* — яйцекладка этого вида моллюска.

Водные моллюски откладывают яйца на листьях и стеблях растений, на камнях и других твердых предметах. Каждый раз их откладывается несколько десятков. Все они находятся в общей прозрачной студенистой массе, играющей важную роль в предохранении зародышей от внешних неблагоприятных воздействий. Каждое яйцо, в свою очередь, одето оболочками. Эти оболочки настолько прозрачны, что сквозь них с помощью лупы легко наблюдать все последовательные этапы развития зародыша вплоть до формирования микроскопического моллюска, у которого уже отчетливо видна раковина. Освободившись от оболочек, моллюск начинает вести самостоятельное существование как взрослое животное.

Микроскопические зародыши моллюсков беззащитны на вид. Но впечатление это ошибочное. Оболочки яиц имеют такое

строение и состав, что очень многие вещества, ядовитые и для более сложно организованных животных, для яиц моллюсков совершенно безвредны. Раздавить яйцо моллюска, конечно, легко, можно убить яйцо высокой температурой, но подобрать для этих нежных, изящных, прозрачных клеток химические яды ученому непросто, так как многие ядовитые для протоплазмы вещества не проникают сквозь оболочку яйца.

Возьмем одну яйцекладку какого-либо моллюска на такой стадии развития, когда сквозь прозрачные оболочки видно движение зародышей. Разрежем эту яйцекладку на две половины. Одну половину используем для опыта, а другая останется контрольной.

Опытную половину яйцекладки поместим в капле воды на стекло, а рядом положим только что приготовленную на терке луковую кашицу. В первые же секунды (обычно не позднее чем через 30 секунд) мы заметим резкое ускорение движения зародышей: они приходят в возбужденное состояние. Через минуту-другую это состояние сменяется полной остановкой движения. Пройдет некоторое время, и мы увидим при кажущейся сохранности оболочек яиц полный распад зародышей. Яйца же контрольной половины яйцекладки, также находящиеся в воде, прекрасно развиваются.

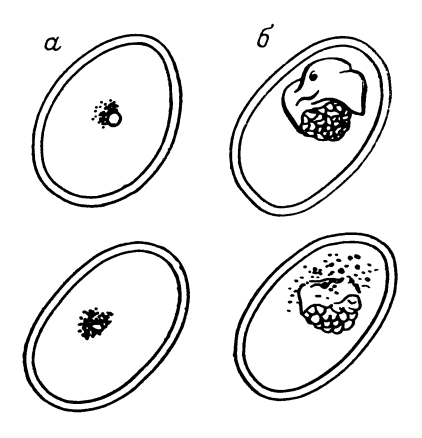


Рис. 22. Распад зародышей моллюсков под влиянием летучих фитонцидов почек черемухи (через 40 минут воздействия).

а — зародыш был на ранней стадии; *б* — развившийся моллюск, он имел раковину и вскоре должен был освободиться от яйцевых оболочек.

Очень многие растения обладают такими свойствами, например листья, почки, кора черемухи (рис. 22), корневища хрена, листья лавровишни, клена, дуба, иглы пихты и т. д. Особый биологический интерес для понимания взаимоотношений в природе растений и животных представляет действие фитонцидов водных растений на яйца моллюсков, лягушек, рыб и других организмов. Уже первоначальные исследования дали неожиданные результаты. Одни водные и прибрежно-водные растения (некоторые синезеленые водоросли, спирогира, манник) тормозят развитие зародышей моллюсков, а другие его стимулируют.

И вновь возникает мысль: не случайно ли это явление? Имеют ли отношение обнаруженные факты к защитным свойствам водных растений? Безразлично ли для растений, если на них

откладывают яйца моллюски и другие водяные животные? Безразлично ли для моллюсков, на каких растениях отложить яйца? Таким образом мы подходим к вопросу о биологической самоочистке водоемов, к вопросу о том, не играют ли фитонциды водных растений некоторую роль и в регулировании состава животного, растительного и микробного населения водоемов. На этих вопросах мы остановимся в дальнейшем.

Фитонциды, насекомые и клещи

Мне вспоминается одно маленькое событие в жизни лаборатории.

Нам нужно было разводить для опытов плодовую муху. Но лаборанта преследовала неудача: питательный материал для личинок мух (морковь и другой) плесневел. Кто-то спросил меня: а нельзя ли использовать фитонциды лука для обеззараживания питательной среды от грибков? К этому времени было уже известно, что летучие вещества лука вредно влияют и на некоторые микроорганизмы. Естественно, возникло сомнение, не будут ли фитонциды лука наряду с их возможным вредным воздействием на плесневые грибки убивать и личинок мух.

Поместили мух в атмосферу летучих веществ лука. К нашему удивлению, мухи прекрасно чувствовали себя, ползая по луковой кашице и летая в ее парах. Впоследствии пришлось внести на основании более строгих экспериментов ряд поправок в это первое наблюдение, но главный факт — большая стойкость плодовых мух к фитонцидам многих растений — остался непоколебимым.

Тогда же возникла и мысль: плодовые мухи питаются остатками растений, поэтому они в ходе эволюции оказались гораздо более приспособленными к ядовитым фитонцидам растений. Это неудивительно. Природа дает нам много еще более ярких примеров приспособленности организмов к мощным ядам, к бактериям, являющимся для других живых существ, безусловно, болезнетворными.

Есть насекомые, птицы и млекопитающие, главной пищей и «лакомством» которым служит падаль — мертвые, гниющие остатки животных и растений. Этих животных так и называют — трупоядные. Таковы грифы, стервятники, кондоры, аист-марабу. Многие другие птицы: орлы, вороны, буревестники — могут без всякого вреда для себя есть падаль, а значит, в их кишечник попадает огромное количество опаснейших для других животных бактерий. Если позволительно так выразиться, никаких дизентерий у них не бывает. Их кишечник прекрасно приспособлен к этим бактериям.

В свете таких явлений можно ли удивляться большой приспособленности плодовой мухи к растительным ядам.

Но возьмем для опыта комнатных мух, комаров, мошек,

слепней. Измельчим листья или другие органы, например черемухи, и тотчас поместим их на дно стеклянной банки, в которую впустим несколько экземпляров интересующих нас насекомых. Летучие фитонциды черемухи убьют в первые же секунды комнатных мух, комаров, мошек, слепней. Черемуха оказалась сильно инсектицидным растением. Раненые листья ее весной и летом в зависимости от состояния дерева, погоды и многих иных обстоятельств быстрее или медленнее, но убивают многих насекомых.

Инсектицидные свойства фитонцидов изучались и другими исследователями. Ими были найдены столь же губительные для насекомых листья ирги обыкновенной, сорбарии, эвкалиптов цитриодора, цинереа и шаровидного; плоды лимона, мандарина и апельсина; семена посевного пастернака, борщевика сибирского; иглы пихты; листья исполинской туи, западной и восточной, плюща обыкновенного, каштана конского.

Время гибели мух от летучих фитонцидов разных растений при одних и тех же условиях опытов неодинаково: оно колеблется от нескольких секунд до многих часов.

Приняв во внимание мои советы, Игорь Распопов указал (очень несложными, доступными для проверки каждому ученому и пионеру опытами) на многие инсектицидные свойства ряда растений. Исследователь срывал листья растений, быстро протирал их на терке и полученную кашицу в количестве 5—7 граммов помещал в пробирку объемом 15 кубических сантиметров. Тотчас после этого в пробирку впускались мухи, а в других опытах — муравьи. В опытах с хвойными в пробирку помещалась мелко изрезанная и раздавленная хвоя.

Оказалось, что мухи погибали от листьев тюльпанного дерева через 1,5—2 минуты, от листьев рябины — через 35—45 минут, от листьев лавровишни — в первую минуту, от игл можжевельника обыкновенного — через 2—3 часа, от игл дугласовой пихты — через 18—25 минут, от листьев лавра камфарного — через 19—30 минут, от листьев кипарисника Лаврова — через 2—3 часа.

Но исследователей могут постигать и неудачи. Нельзя забывать о том, что инсектицидные свойства фитонцидов сильно изменяются в зависимости от физиологического состояния растения, сезона года, стадии развития листьев, плодов и т. д. Вот пример опытов на листьях ирги и рябины (опыты проводились в Ленинграде). В апреле мухи погибали в течение одной минуты, а во второй половине июня и в июле в тех же условиях опытов не было обнаружено смерти мух, хотя листья для апрельских, июньских и июльских опытов брались с одних и тех же экземпляров растений.

Очень важно узнать также причины гибели насекомых от фитонцидов разных растений. На какие органы насекомых действуют фитонциды? Почему комнатные мухи умирают под влия-

нием фитонцидов листьев, например, лавровишни? Почему другие животные так стойки к тем же фитонцидам?

А. Г. Филатова, одна из первых исследовательниц фитонцидов, вместе с кинооператором В. Д. Быстровым сняла фильм «Смерть комнатной мухи под влиянием фитонцидов листьев черемухи». Был сделан специальный стеклянный ящичек объемом раза в два большим, чем спичечная коробка. Одна стенка этого сосуда выдвигалась. Вместе с ней выдвигалась и стеклянная пластинка, находившаяся на дне сосуда. На пластинку помещали растительный материал — источник летучих фитонцидов, в сосуд же впускали несколько комнатных мух. Филатова ставила опыты с измельченными в ступке листьями обыкновенной черемухи. В зависимости от количества источника фитонцидов мухи гибли быстрее или медленнее.

На рис. 23 приведены фотоснимки с отдельных кадров кинофильма. В этом случае была взята всего одна десятая грамма измельченных листьев черемухи.

Всякий исследователь, использующий для научных целей киносъемку, знает, сколь мертвы самые лучшие фотографии по сравнению с фильмом, дающим представление о процессе, о движении и изменениях, при этом происходящих, о явлении в целом. Приводимые фотографии не могут ни в какой мере воссоздать кинокартину о смерти мух, полную глубокого научного интереса и своеобразного драматизма. Остается на-

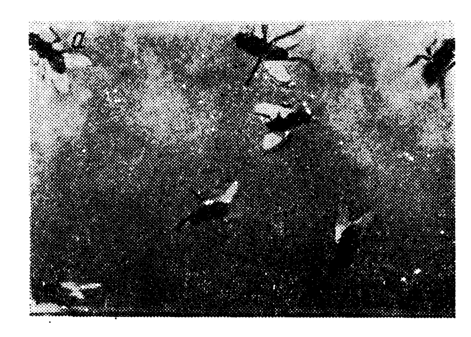






Рис. 23. Смерть мух под влиянием летучих фитонцидов листьев черемухи.

а — мухи в стеклянном ящике до внесения источника фитонцидов (правая стенка вместе с наддонной стеклянной пластинкой может выдвигаться из ящика); *б* — через 2 секунды после внесения в ящик 0,1 грамма листьев черемухи — одна муха упала на листья черемухи; *в* — через 39 секунд — все мухи упали на дно.

деяться лишь на то, что читатель дополнит все события своим воображением.

Уже в первые секунды мухи приходят в состояние сильнейшего возбуждения: они суетятся, мечутся, летают гораздо быстрее, чем обычно. Быстрота действия фитонцидов поражает. Она тем более удивительна, что ящичек устроен довольно грубо и между выдвижной и постоянными стенками сосуда остаются щели, значит, возможно поступление свежего воздуха. Суетливое, поспешное движение мух при всей своей беспорядочности направлено, однако, от источника фитонцидов. Многие мухи оказываются, как бы вследствие отрицательного хемотаксиса к фитонцидам и положительного к кислороду воздуха, около щелей ящика.

Мы не знаем, какие важные отправления, функции, изменяются у мух в первую очередь. Скорее всего, летучие фитонциды в данном случае действуют на нервную систему. После короткого периода возбуждения тотчас, без заметного перехода, без замедления движения, мухи неожиданно падают. Этот драматический конец сопровождается сильными предсмертными конвульсиями конечностей. Затем наступает полная неподвижность. Однако она не означает еще, что мухи умерли. Опыт показывает, что, если в данный момент поместить мух в обычную атмосферу, некоторые из них могут ожить. Они находились как бы в состоянии наркоза, в особом сонном состоянии. Чаще всего, впрочем, момент полной неподвижности мух под влиянием фитонцидов означает их смерть.

Все это, несомненно, представляет теоретический интерес. Но мысль исследователя бежит вперед. Хочется, чтобы новые факты оказались полезными для людей, для практики. Медицина и сельское хозяйство, наверное, сумеют со временем использовать инсектицидные свойства фитонцидов, их токсические свойства и против клещей.

Так думал я, восторгаясь открытыми мною фитонцидами, лет тридцать назад. Грустно писать о несбывшихся надеждах. Мои призывы к ученым не увенчались успехом. Одно предположение утешает меня: главной причиной этого является прогресс естествознания, он вселил уверенность в том, что с вредными насекомыми и клещами можно справиться новейшими физическими и химическими способами, а не биологическими. Не будем даже касаться сверхспорных вопросов, возникших в связи с «химической защитой» растений, которая по утверждению многих приносит подчас больше вреда, чем пользы. Но даже и у энтузиастов биологических способов борьбы с вредителями сельского хозяйства могут возникать сомнения в отношении использования фитонцидов. Нужно ли, однако, пренебрегать фитонцидами?

С большими колебаниями я опускаю в этой книге почти все, касающееся использования фитонцидов в борьбе с вредными

насекомыми и клещами. Заинтересованные читатели могут обратиться к предыдущему изданию моей книги, вышедшей в Ленинграде в 1974 г. Ограничусь здесь сообщением лишь отдельных фактов.

Может быть, фитонциды некоторых растений пригодятся в качестве веществ, отпугивающих кровососущих насекомых и клещей — переносчиков ряда заболеваний: малярии, энцефалита (рис. 24) и других?

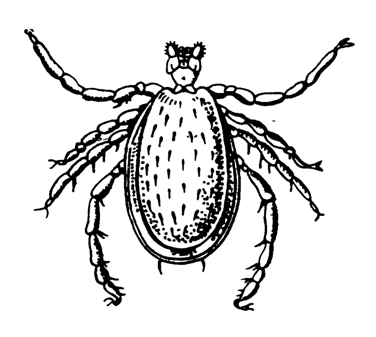


Рис. 24. Иксодовый клещ — переносчик энцефалита.

По моему совету проведены опыты с клещами. Брали стеклянные чашки с крышками (диаметр 9,5 сантиметра, объем 60 кубических сантиметров). Растительная кашица приготовлялась растиранием определенных органов растения в фарфоровой ступке. Кашица помещалась в чашку, туда же вносилось по 100 экземпляров клещей при каждом опыте. Клещи и их личинки, очень стойкие ко многим ядам, оказались весьма нежными к действию летучих фитонцидов черемухи, лавровишни. Одна десятая грамма кашицы (4 почки черемухи) убивает клещей через 10—15 минут; если же взять раза в два больше кашицы из почек, клещи погибают через 5—7 минут.

Еще лет 30 назад И. Распопов помещал в стеклянную посуду клещей и затем вводил туда же только что сорванные листья растений. В посуде с листьями липы, злаков и осок поведение клещей не отличалось от поведения клещей, находившихся в такой же посуде, но без растений. В посуде же с листьями лаванды, пиретрума, чабреца и шалфея клещи через несколько часов погибали. Нет сомнений в том, что в разных природных растительных сообществах клещам, в том числе и вредным для человека, живется по-разному. Некоторые фитонциды явно отпугивают клещей.

Т. А. Товстолес, также очень давно, доказала, что фитонциды отдельных растений очень токсичны для паутинного клещика — вредителя более чем ста видов технических, овощных, цветочных и декоративных растений. Паутинный клещик живет и размножается на нижней стороне листьев под сотканной им паутиной (рис. 25). Клещик прокалывает эпидермис листьев и высасывает тканевый сок. В результате растение ослабляется, уменьшается урожай.

Весной, с наступлением теплой погоды, самка откладывает на листьях очень мелкие, напоминающие капельки воды, яйца. Сам клещик очень маленький, красного цвета. Самка — меньше полумиллиметра, а самец и того меньше — четверть миллимет-

ра; хорошо рассмотреть клещика можно только в лупу. Бороться с этим клещиком нелегко: он быстро размножается, серьезной защитой ему служит паутина; сам он и его яйца довольно устойчивы к ядам.

Товстолес решила использовать фитонциды. Это было крайне смелое решение. Достаточно напомнить, что паутинный клещик, так сказать, не брезгует разнообразной растительной пищей, он приспособлен более чем к ста видам растений и ему не



Рис. 25. Паутинный клещик на листьях огурца.

страшны их фитонциды. И все же Товстолес удалось найти несколько растений, фитонциды которых убивают паутинного клещика. Водный настой наружных сухих листьев луковицы лука (20 граммов чешуи на 1 литр воды) при трехкратном опрыскивании с промежутками в 5 дней снижает количество паутинного клещика на растениях на 95 процентов.

Интересные наблюдения практиков

Цветоводам-любителям известно, что астры нередко болеют фузариозом — болезнью, вызываемой грибками. Нельзя ли использовать фитонциды других растений для помощи астрам?

Товстолес ставила опыты на делянках размером 6 квадратных метров. В середине опытной делянки высаживались астры — по 16 растений. По краям делянки со всех сторон высаживались в разных опытах хризантема, гвоздика, табак, ноготки, флоксы, конопля, петунья и другие растения. Некоторые из этих соседей по делянке, особенно петунья и конопля, оказались очень хорошими помощниками астры: лишь ничтожный процент астры, жившей в окружении петуньи или конопли, погиб от фу-

зариоза (от 9 до 15 процентов). Между тем исследовательница сознательно взяла для опытов наиболее поражаемый сорт астр: они погибли на контрольном участке, без «обслуживания» их фитонцидами других растений-соседей, более чем наполовину.

Практики сельского хозяйства, не зная ничего о фитонцидах, для защиты капусты и бахчевых от вредителей пытались обсаживать грядки базиликом, мятой и другими растениями. Для защиты растений от вредных насекомых (рис. 26) и других организмов достаточно отпугивающего действия летучих фитонцидов. Есть основание для успешных поисков и в этом направлении.

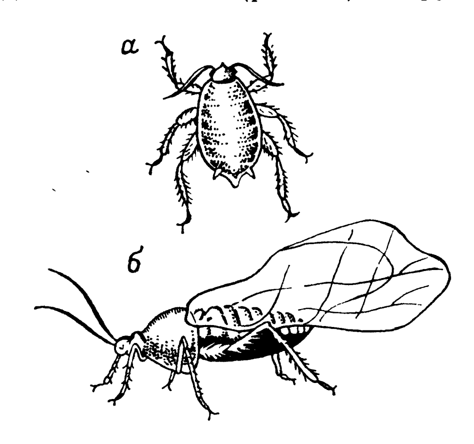


Рис. 26. Капустная тля.
а — бескрылая самка; *б* — крылатая самка.

Садовод Е. М. Пирожков, по-видимому, совершенно не зная об открытии фитонцидов, провел самостоятельно опыт, о котором он в нескольких скромных строках рассказал на страницах журнала «Сад и огород» (1950, № 5). Решив найти новые средства борьбы с вредителями крыжовника, он разбил приусадебный участок на две части. В одной части посадил в междурядьях (а в молодых насаждениях крыжовника и в рядах) помидоры, во второй же части приусадебного участка помидоров не высаживал. Никаких опрыскиваний против вредителей крыжовника садовод не производил. Пирожков утверждает, что участок, на котором были высажены помидоры, был чист от вредителя крыжовника — пилильщика и почти не был поражен огневкой; в то же время на участке без помидоров крыжовник был поражен, сильно пострадал и от огневки, и от пилильщика.

Пирожков приглашает других садоводов проверить его наблюдения. Если этот факт подтвердится, то, несомненно, придется для объяснения его прибегнуть к предположениям о влиянии фитонцидов и поставить опыты, чтобы выяснить, как действуют фитонциды помидоров на насекомых — вредителей крыжовника.

Некоторые практики — садоводы, овощеводы уже воспользовались фитонцидными дарами природы. Не могу не назвать здесь подлинного борца за здоровье растений, энтузиаста фитонцидов Филиппа Сергеевича Мирзу[1], разработавшего серию

[1] Живет Ф. С. Мирза в Ильичевске, Одесской обл. (27092, ул. Александрийская, 25/46).

превосходных предложений по биологическим способам борьбы с вредителями сельского хозяйства.

Сельские хозяева давно наблюдали странное явление: если рядом с картофелем растет конопля, то, как правило, фитофтора не поражает картофель. Они же отметили, что и поражение астр фузариозом в значительной степени снижается при обсаживании грядок коноплей. Утверждают, что в амбарах, где сушится конопля, не заводится долгоносик. Посев конопли и даже внесение в почву конопляной соломы способствуют очищению почвы от личинок майского жука.

Эти и другие наблюдения заставили К. И. Бельтюкову внимательно изучить фитонцидные свойства конопли. При совместном выращивании с коноплей фасоль не поражается бурой пятнистостью. В полевом опыте фасоль была посеяна между рядами конопли. Пытались искусственно заражать листья фасоли, растущей среди конопли, болезнетворными микробами ксантомонас фазеоли, но они делаются невосприимчивыми к болезням, между тем те же микробы с гарантией вызывают заболевания листьев фасоли, посаженной без конопли.

Установлена высокая противомикробная активность фитонцидов конопли в отношении многих бактерий — виновников болезней растений. Получены и фитонцидные препараты из конопли, которые даже при разведении их в 100 тысяч раз задерживают развитие различных почвенных бактерий, а также и таких опаснейших микробов, как туберкулезная палочка.

О тлях, бабочке и пчеле

Фитонциды растений, их летучие и нелетучие составные части, могут иметь защитное для растений значение не только в отношении микроорганизмов. Это очень ответственное для практики предположение заслуживает внимания и требует проверки опытами. Факты свидетельствуют в пользу высказанной гипотезы. Их много. Выберем некоторые. Уже не раз приходилось говорить, что понятия «нежный», «устойчивый», «яд», «безвредное вещество» весьма относительны.

Большинство вредных насекомых может питаться и размножаться, лишь будучи связанными с определенными растениями, а есть и такие насекомые, которые питаются только каким-либо одним видом растения. Вредители тех или иных деревьев связаны с жизнью не вообще данного вида растений, а лишь с жизнью определенных его частей и органов: есть вредители листьев, корней, тканей ствола и т. д.

Многие вредные лесные насекомые принадлежат к вторичным вредителям, то есть заражают деревья уже больные, с ослабленной жизнедеятельностью. Деревья одного и того же вида при разных физиологических состояниях поражаются неодинаковыми видами насекомых. Ель на местах выборочных рубок

пли у стен леса, имеющая ослабленную корневую систему из-за раскачивания ветром, поражается короедом-типографом и гравером, в одно лето губящими дерево. На отмирающих, физиологически недеятельных елях появляются другие виды короедов — фиолетовый лубоед и короед пожарищ. На недавно отмерших елях развиваются короеды-древесинники; на старом сухостое короеды вовсе не поселяются, а древесину этих видов могут использовать некоторые семейства жуков[1].

Поразительно во всех этих явлениях, что отдельные насекомые приспособились в ходе эволюции к очень ядовитым фитонцидам, которые на первых порах кажутся смертельными для протоплазмы всяких клеток. Одни микроорганизмы приспособились к фитонцидам хвойных, а другие — к фитонцидам лиственных, третьи — и к тем, и к другим.

Подумаем об адаптациях к фитонцидам на примере конкретных растений. Вспомним черемуху. В ее тканях, несомненно, имеются такие яды, как синильная кислота, пять сотых грамма которой смертельны для человека. Фитонциды черемухи убивают многих бактерий, грибков, протозоа, многоклеточные организмы. И вот это растение с его «страшными» фитонцидами совершенно беспомощно по отношению к собственным вредителям из мира грибков или насекомых. Можно насчитать до 60 вредителей черемухи! Комнатных мух, слепней, комаров великолепно убивают фитонциды листьев черемухи, а «нежная» черемуховая тля, до которой почти нельзя дотронуться без риска убить ее, прекрасно приноровилась к листьям черемухи.

Ученых давно занимал загадочный вопрос, почему черемуховая тля не живет, как и большинство тлей, все время на одном хозяине, а принуждена к лету менять своего основного хозяина и устраиваться временно «на даче», на промежуточных растениях-хозяевах. Кажется совершенно ясным, что в таких вынужденных путешествиях тлей главную роль играет питание. Наверное, в течение весны, лета и осени пища, которую черемуховая тля может получить от черемухи, как-то меняется. Иначе зачем же тлям переселяться с черемухи на овес?

Один ученый, желая убедиться в том, что именно питание служит причиной миграции тлей, проделал специальные опыты, но, увы, разочаровался в своих предположениях. Опыт был простой и ясный. Под стеклянный колпак был помещен пучок овса с большим количеством тлей, перелетевших с черемухи. Экспериментатор положил рядом летние побеги черемухи, в которых было заведомо много питательных веществ. «Не перейдут ли тли с овса на черемуху? — спросил себя исследователь.— Ведь

---

[1] См. кн.: Лесная энтомология. Под ред. М. Н. Римского-Корсакова. Л., 1938.

положено рядом обычное для черемуховой тли очень лакомое блюдо — черемуховой пищи сколько угодно».

Но предположения ученого не оправдались: тли не перешли на черемуху, а расползлись. Летние побеги черемухи оказали даже какое-то вредное действие. Поведение тлей в опыте и их закономерные, каждый год повторяющиеся путешествия, вероятно, объясняются прежде всего фитонцидными свойствами черемухи.

В процессе развития растений и их органов, например листьев, продуцируются разного качества и количества фитонциды. Может быть, в ходе эволюции выработались такие взаимные отношения паразитов — тлей и их хозяев — растений, что в июле и в августе фитонциды листьев черемухи чем-либо очень существенным отличаются от фитонцидов других периодов развития растений. А может оказаться и так, что организм тлей в это время приобретает специфические особенности и обычно неядовитые для них фитонциды черемухи теперь отпугивают тлей. Как видим, как будто простой вопрос о миграции тлей оказывается очень сложным и полностью не разрешенным до сих пор.

Много еще загадочного в жизни тлей — паразитов растений. Это очень мелкие насекомые — около миллиметра и менее. Самые большие достигают 5—6 миллиметров. Известно много видов тлей, живущих на различных частях и органах деревьев, кустарников и трав. Они особым сосательным аппаратом высасывают из растений пищу.

Легко обнаружить поздней осенью и в течение всей зимы на ветках черемухи блестящие черные точки — яйца черемуховой тли. Они великолепно выдерживают холода, а весной, при распускании листовых почек, быстро развиваются. Молодые тли, вышедшие из яиц, тотчас начинают сосать тканевые соки развертывающихся листочков черемухи. В этом уже заключается загадка для специалистов по фитонцидам. Мы хорошо знаем, сколь «ужасны» фитонциды черемухи для мух, слепней, мошек и многих других насекомых. Наиболее мощные фитонциды выделяются ранеными почками черемухи и листьями.

А для молодых тлей развернувшиеся листочки являются великолепной едой! В течение мая и большей части июня тлям очень хорошо живется на нижней поверхности листьев черемухи: можно видеть десятки зеленовато-серых тлей, сосущих один и тот же лист (рис. 27).

Кончается июнь. Все крылатые самки тлей покидают черемуху и поселяются временно на злаках, на овсе. Паразитируя на овсе, крылатые самки рождают бескрылых, от которых, в свою очередь, в конце августа появляются вновь крылатые самки. Осенью, в сентябре, они оставляют свое временное местожительство на злаках и перелетают в основной «дом» — на черемуху. Здесь они производят на свет очень мелких бескрылых

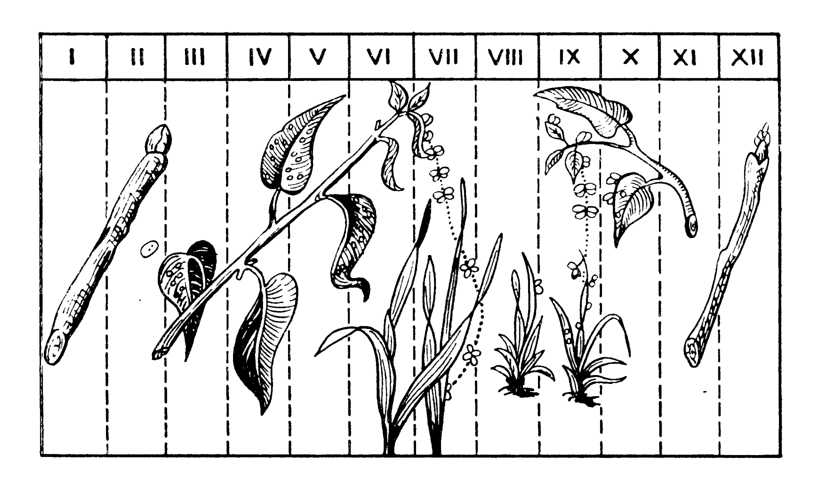


Рис. 27. «Путешествия» черемуховой тли в течение года.
Зимой яйца тлей находятся на зимующих почках черемухи, весной тли живут на листьях черемухи, летом на овсе, осенью они снова перелетают на черемуху.

самцов и самок. Самки откладывают на веточки яйца. Так завершается их годовая жизнь, а с весны она повторяется сначала.

На листьях дуба каждый наблюдательный человек встречал не раз наросты — так называемые галлы. Это любопытные «домики» из химически измененных тканей листа, в которых важную, личиночную, часть жизни проводят насекомые орехотворки.

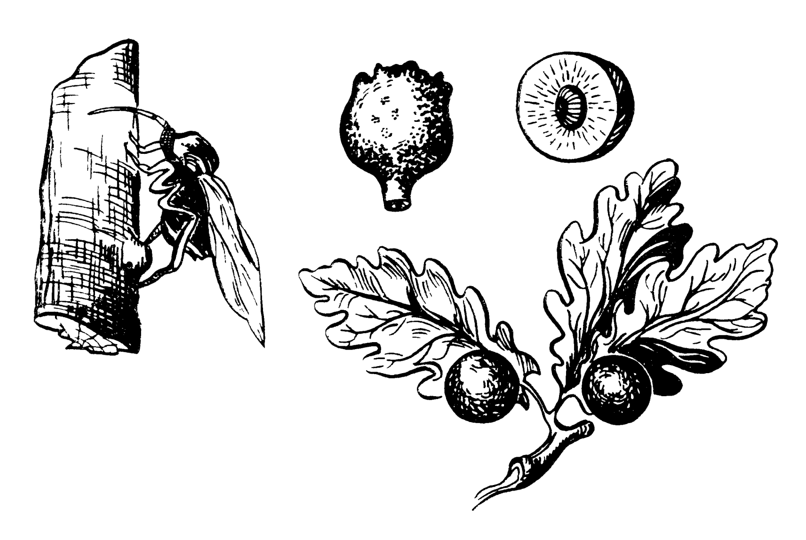


Рис. 28. Дубовая орехотворка.
Слева — самка орехотворки; на листьях видны два галла; наверху — галл.

Орехотворки — мелкие летающие насекомые. Самка орехотворки при помощи яйцеклада накалывает лист и откладывает в ранку яйцо. Яйцо развивается, а рядом лежащие клетки и ткани листа постепенно образуют «орешек», или галл (рис. 28). Вскоре из яйца вылупляется личинка и начинает работать своими челюстями. Все личиночное развитие проходит в галле. Получается, что яйцо начиная с момента откладывания, а затем и личинка во все время своего развития находятся в самом тесном соседстве с растительными тканями и их фитонцидами.

Значит, ткани листьев дуба неядовиты для личинки орехотворки. Между тем хорошо известно, что летучие фитонциды листьев дуба являются ядом для многих микроорганизмов, в том числе и для стойкой дизентерийной палочки.

При кладке яиц в ткани листа насекомые обязательно ранят его. Повреждение увеличивает продуцирование фитонцидов, но это остается без последствий для насекомого, прекрасно себя чувствующего в атмосфере, насыщенной фитонцидами дубовых листьев. Такая приспособленность некоторых насекомых к ядовитым фитонцидам и вообще к сильным ядам поражает в одинаковой мере ученых и неспециалистов. Известна обширная группа насекомых, приспособленных к ядовитым глюкозидам, например, крестоцветных растений, к которым принадлежит и горчица.

У этих растений вырабатывается горчичный глюкозид — синигрин. Под влиянием особого вещества — фермента синигрин распадается на ряд других соединений, в частности образуется роданистый аллил, обладающий резкими раздражающими свойствами и являющийся действующим веществом горчичника. Гусеницы бабочки белянки питаются крестоцветными и их глюкозидами.

Ставили опыты с этими гусеницами. Предлагали им другие растения, которые они обычно не едят. Как и следовало ожидать, растения, не входящие в природное меню белянок, отвергались ими. Если же смазывали эти растения или крахмал, или даже бумагу соком крестоцветных, гусеницы начинали их есть.

Ивы, тополя, розоцветные содержат амигдалин — вещество, которое при распаде выделяет страшный яд — синильную кислоту. Но ими питается ряд организмов, они служат кормом и личинкам насекомых пилильщиков. Личинки могут есть и другие растения, если к ним прибавить вещества, могущие выделять синильную кислоту. Строгая разборчивость в пище у некоторых насекомых, однако, доходит до того, что насекомое не удается обмануть никакими «лакомствами» вроде синильной кислоты. Есть, например, насекомые, питающиеся только табаком.

На основании всего сказанного вполне закономерно допустить, что к фитонцидам того или иного растения в ходе эволю-

ции приспособились определенные растения, насекомые и иные животные, а для других, даже родственных, животных фитонциды тех же растений являются безусловными ядами. Фитонциды могут отпугивать животных или убивать их. Утверждают, например, что эвкалиптовые растения отпугивают комаров.

Ученым предстоит провести много опытов и интересных наблюдений. Будут ли личинки дубовой орехотворки развиваться в тканях листьев черемухи, если исследователь сделает соответствующую операцию на листе, приготовит «раневой карман» и пересадит туда личинку? Как поведет себя черемуховая тля в парах летучих фитонцидов листьев дуба, игл хвойных?

Но и без экспериментов, в условиях природы, можно встретиться с любопытными явлениями. Пчеловоды Новой Зеландии обнаружили, что взрослые пчелы при посещении цветков софоры под влиянием летучих веществ этого растения могут впасть в состояние наркоза и даже погибнуть. Ученые предполагают, что виновником трагической смерти пчел оказывается алкалоид пахикарпин. Пчеловоды же, не имея противоядий против пахикарпина, считают главным способом борьбы со злом вывозку пасек из опасной местности.

О ядовитых для человека растениях. Млекопитающие и фитонциды

Эволюция — это естественноисторический процесс, никакого плана, преднамеренности, сознательности в нем никогда не было и нет. Возникновение каких-либо новых структур и функций, усиление или ослабление уже имеющихся — все осуществляется в постоянном взаимодействии организмов с внешней средой и между самими организмами.

Уже отсюда ясно, что процесс эволюции не происходил идеально гладко для всех живых существ. Природа — это не царство гармонии. Далеко не все целесообразно устроено у ныне живущих на Земле организмов. И человек как биологическое существо далек от совершенства. Ко многому наука могла бы «придраться» и дать свой «проект» человеческого организма с иной длительностью жизни, иными стадиями развития, иными защитными свойствами против заразных болезней. А ведь человек — вершина эволюционного развития.

Каждое растение и животное в каких-либо отношениях является весьма несовершенным организмом. И в то же время биолог не перестает удивляться разнообразию всевозможных приспособлений у животных и растений, выработавшихся в ходе эволюции и обеспечивающих им существование в суровой обстановке природы.

Опасность угрожает всегда; идет она как от неорганической природы, так и от живых существ, от вредных химических вли-

яний, от засух, бурь, болезнетворных микробов, от отсутствия пищи и множества других невзгод. Любому животному и растению необходимы приспособления не только против многочисленного мира микробов, но и против возможных врагов из мира многоклеточных организмов. Шиповнику, ежевике или крыжовнику очень полезны замечательные фитонцидные свойства протоплазмы их клеток, но не меньшее защитное значение имеют и колючки на их стеблях. Недаром одно древесное растение, живущее на Дальнем Востоке, защищенное страшными колючками, называют научно аралией маньчжурской, а в обиходе — чертовым деревом.

В этой связи большой интерес представляет ядовитость многих растений для человека и травоядных животных. Яды растений столь разнообразны и ущерб, приносимый многими ядовитыми растениями животноводству, столь значителен, что давно уже возникла целая наука о ядовитых растениях. Да и мы в книге все время говорим, в сущности, о ядах. Фитонциды — это яды для микробов, гидр, насекомых, моллюсков, клещей и других организмов.

Сейчас мы познакомимся с новой группой поразительных явлений, часть которых уже давно была известна науке, а кое-что выяснилось лишь в самое последнее время.

Ядовитость растений — не менее важное для них приспособление, чем и все другие. Представьте себе растения, лишенные колючек, ядовитых глюкозидов, алкалоидов и подобных веществ, а значит, доступные любому травоядному животному. Нетрудно догадаться, что существованию и продолжению видов таких растений будет угрожать смертельная опасность, если, конечно, растение не располагает какими-либо мощными приспособлениями, восполняющими эти недостатки: быстротой размножения, противомикробными свойствами и т. д. Обратимся к фактам.

Ботаник Б. М. Козо-Полянский собрал интереснейшие сведения о действии растений на расстоянии на животных и человека [1]. Он очень кстати вспомнил стихотворение А. С. Пушкина «Анчар», в котором поэт говорит о «древе яда», об анчаре — красивом дереве из семейства тутовых, живущем на островах Малайского архипелага (рис. 29).

Читатель, бесспорно, с детства знает это бессмертное стихотворение. Пушкинский анчар несет гибель всему живому — и растениям, и животным, и рабу, посланному к нему за ядом, и «соседям в чуждые пределы», куда полетели напитанные ядом анчара «послушливые стрелы» князя.

Конечно, великий поэт сильно преувеличил ядовитость анчара, но такие преувеличения были свойственны и тогдашней

---

[1] Козо-Полянский Б. М. «Анчар» А. С. Пушкина и возможность отравления растениями на расстоянии.— «Природа», 1949, № 8.

науке. Стихотворение напечатано в 1828 году. О яванском дереве анчаре, или погоносупасе (что в переводе на русский язык означает «дерево яда»), в XVIII столетии писали, будто оно столь ядовито, что кругом него на много километров нет других растений, что вокруг анчара нет ни рыб, ни мышей, ни паразитов. Есть ли доля правды в этих сказках? Да, есть. Сок анчара, содержащий сердечный яд антиарин, очень ядовит. Он действительно использовался для отравления стрел. При соприкосновении с листьями растения у людей могут возникнуть нарывы на коже, повышается температура и т. д.

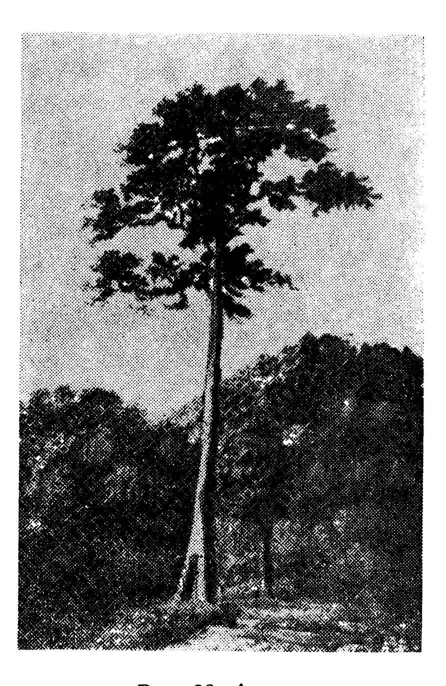


Рис. 29. Анчар.

Подобных растений известно немало, а если медицина и ветеринария еще более внимательно займутся изучением растительного мира с этой точки зрения, то, несомненно, число таких растений увеличится. Уже сейчас можно привести названия десятков и даже сотен высших растений, ядовитых для тех или иных животных. Так что речь скорее идет о правиле, чем об исключениях.

Но нельзя думать, что каждое растение ядовито для всех животных. Для одних животных данное растение может быть ядовитым, а для других — совершенно безвредным. Некоторые растения кажутся безобидными и не имеющими никакого отношения к ядам. На самом же деле при определенных условиях они могут отравляюще действовать на клетки и ткани животных и человека. Вспомним семена белой и черной горчицы и действие горчичников. Можно ли излишне долго держать горчицу на теле человека? А ведь горчица — растение съедобное!

К числу ядовитых растений, давно изученных наукой, относится сумах ядовитый (рис. 30). Это красивый кустарник высотой до полуметра. Его часто разводят в парках. В соках листьев сумаха имеется сильный яд, тысячная доля миллиграмма которого может вызвать ожог кожи человека. Людям, особенно чувствительным к действию этого яда, достаточно подержать в руках листья сумаха, чтобы нажить очень серьезную кожную болезнь, которая может закончиться и смертельным исходом.

Невольно вспоминаются опыты по влиянию фитонцидов сумаха на инфузорий. Казалось бы, столь ядовитое для человека растение должно обладать мощными протистоцидными свойствами. В действительности же протистоцидные свойства летучих фитонцидов листьев сумаха несравненно слабее, чем листьев дуба, березы, черной смородины и многих других растений.



Рис. 30. Сумах ядовитый.

Может быть, впрочем, сумах не выделяет летучих ядовитых веществ? Тогда наше сравнение слабого протистоцидного действия и мощного действия на человека искусственно и не имеет основания. Нет, это не так. Установлено, что сумах даже на расстоянии вызывает тяжелые заболевания у особенно чувствительных к нему людей.

Козо-Полянский описывает случай, происшедший в Ботаническом саду Воронежского университета. Одна сотрудница, здоровая женщина 38 лет, производила работу по уходу за растениями поблизости от нескольких групп «дерева яда» (сумаха). Это было в середине июля, в жаркий полдень. Вскоре у нее появилась сыпь на руках и на лице, повысилась температура, потом воспалились слизистые оболочки. Дело дошло до потери сознания.

Научный работник из Батуми рассказывает о смелом опыте, который он проделал на самом себе. Две небольшие капли млечного сока с отломленного листового черешка сумаха были нанесены на поверхность кожи руки. После этого ощущался легкий зуд, вскоре появилась припухлость. К вечеру второго дня повысилась температура, появилась головная боль. На седьмой день «зуд настолько усилился, что перешел все границы терпения... ночь превратилась в какой-то сплошной кошмар». Только на 12-й день наметилось слабое улучшение. Общее выздоровление наступило лишь на 25-й день.

На Антильских островах и в тропической Америке растет дерево марцинелла. Летучие вещества его опасны для человека. Достаточно постоять некоторое время около дерева, как наступает тяжелое отравление.

К числу растений, могущих действовать на расстоянии, относится и ясенец, иначе называемый неопалимой купиной. Некоторые виды этого растения — кавказские и тянь-шаньские —

особенно приковывают к себе внимание. Сообщают, что ожог кожи появляется не только тогда, когда держат растение в руках, но иногда у людей ожог появляется, если они подходят к растению на расстояние 1—2 метра!

В водоемах живут так называемые синезеленые водоросли. Это далеко не безобидные растения. Мы уже говорили о них. Они убивают на расстоянии бактерий, оказываются сильно ядовитыми и для многих животных. В Южной Африке в 1927 и последующих годах тысячи голов рогатого скота погибли от отравления фитонцидами сильно размножившихся в водоемах синезеленых водорослей. Если животное съест большое количество этих водорослей, оно умирает в жестоких мучениях, будто ему дали страшный яд стрихнин. Смерть у овец может наступить через 6—8 часов, у лошадей — через 8—24 часа, а у свиней — через 3—4 часа.



Рис. 31. Чернокорень.

Рис. 32. Травянистая бузина, или зеленник.

Некоторые растения прозвали мышегонами и крысогонами. О них пишет в уже упоминавшейся нами статье Козо-Полянский. Вот растение чернокорень (рис. 31). Его называют по-разному: собачий корень, мышиный дух, кошачье мыло и др. Название «мышиный дух» не случайное: это растение пахнет мышами. Можно встретиться с утверждением, что крысы не-

медленно покидают те места, где положен чернокорень. Выходит, что чернокорень — действительно крысогон!

Зеленник, или травянистая бузина, является также хорошим крысо- и мышегоном (рис. 32). Любопытно, что крысы и мыши, как показывает опыт, изгоняются из хлебных складов, если использовать свежий зеленник, а не высохшую траву. Бузина издавна использовалась в народе с целью защиты от мышей. Скирды переслаивались бузиной, ею обсаживались гумна и амбары. Для защиты от мышей плодовых деревьев садовники обвязывали их стебли бузиной.

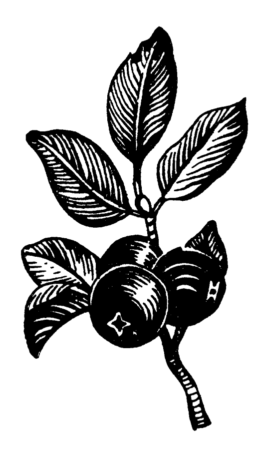


Рис. 33. Голубика.

Многие знают голубику (рис. 33). Это растение иногда нелестно называют пьянкой, дурником, болиголовом. Еще в старых, для своего времени прекрасных книгах о природе Д. Кайгородова можно прочесть очень интересные повествования о голубике, снимающие с нее «преступления». Наделяя голубику дурными свойствами, оказывается, «сваливают с больной головы на здоровую», да и то, в свою очередь, несправедливо.

Как правило, в тех же местах, где растет голубика, встречается и растение, называемое багульником, иначе багуном, клоповником, лесным розмарином (рис. 34). Багульник — низенький вечнозеленый кустарничек с белыми красивыми цветками зонтиком. Листья и цветы багульника издают приятный запах, напоминающий запах розмарина. В большом количестве летучие вещества листьев и цветов этого растения действуют одуряюще. Думают, что при собирании голубики невольно приходится вдыхать летучие фитонциды ее соседа — багульника. У людей, особенно чувствительных к ядовитым испарениям, кружится голова, происходит «опьянение».

Любопытный случай описывает в своей книге Д. Кайгородов. Много лет назад ему случилось охотиться в Шлиссельбургском уезде на белых куропаток. Пришлось бродить несколько часов кряду по моховым болотам, обильно поросшим голубикой и багульником. Его охотничья собака молодой сеттер, обыкновенно такая неутомимая и бойкая, стала вдруг по прошествии нескольких часов охоты как-то странно покачиваться, будто пьяная, бросила искать дичь, стала ложиться на землю, как бы в сильном изнеможении, с трудом, неохотно поднималась на ноги и, покачиваясь, неохотно подходила по свистку, которого обыкновенно хорошо слушалась. Недоумевая, что такое с нею приключилось, он бросил охоту и вернулся домой. Через час, после крепкого сна, собака стала совершенно

свежей и веселой, как ни в чем не бывало. Впоследствии, когда он рассказал этот случай одному старому охотнику, тот объяснил, что собака была «опьянена» багульником, которого слишком много нанюхалась, разыскивая в течение нескольких часов кряду дичь между кустами багульника.

Прав Кайгородов, называя багульник «коварным лесным розмарином». А в наши дни все же надо немного обелить опороченное растение. Выясняется, что багульник обладает полезными фитонцидными свойствами, его тканевые соки убивают очень вредных для человека бактерий. Кто знает, может быть, медицина скажет большое спасибо природе, в ходе эволюции которой появилось это коварное растение, и не придется ли тогда простить ему и его опьяняющие свойства.

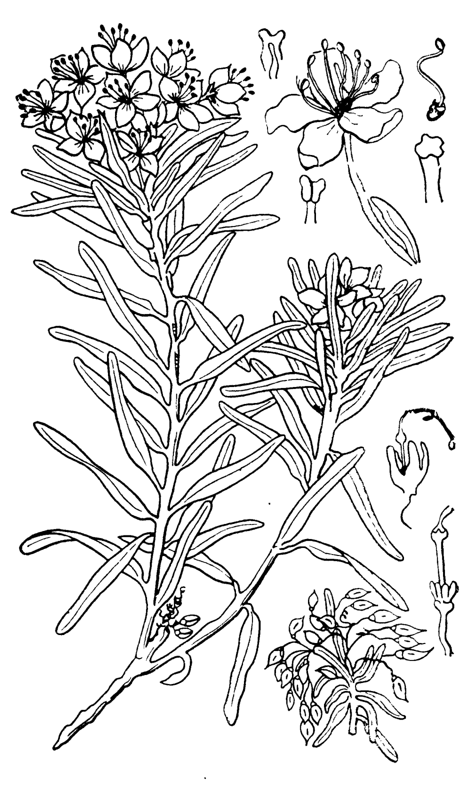


Рис. 34. Багульник.

Не все факты, о которых до сих пор шла речь, строго проверены наукой, а потому и нельзя на основании их делать прямые выводы для практики. Может быть, ядовитость тех или иных растений в какой-то степени и преувеличена. Ограничимся сказанным и не будем излагать имеющиеся в литературе хотя и многочисленные, но недостаточно проверенные сообщения о случаях одурманивания, отравления людей цветами.

Обратимся теперь к строго научным опытам, проведенным на млекопитающих. В нашей лаборатории А. Г. Филатова много экспериментировала на белых лабораторных мышах.

Поместим крысу весом около 150 граммов в стеклянный сосуд емкостью около 2500 кубических сантиметров; закроем плотно этот сосуд крышкой. Исследователь убедится, что крыса в течение двух часов будет жива без притока свежего воздуха. В таких условиях крыса может жить даже 4—6 часов. Само собой разумеется, длительное пребывание в сосуде без

доступа свежего воздуха может сильно отразиться на жизненно важных отправлениях животного.

Поместим на дно сосуда, в котором находится нормальная, здоровая крыса, всего 2 грамма измельченного тем или иным способом растительного материала: луковицы лука, чеснока, корневища хрена, кожуры плодов мандарина, лимона или апельсина, листьев лавра благородного, листьев, почек, ягод или коры черемухи, листьев рябины, эвкалиптовых деревьев, лавровишни, березы, дуба, тополя, игл пихты.

Крыса при этом не соприкасается с растительной кашицей, кашица находится на фарфоровой пластинке, установленной недалеко от дна. В фарфоровой пластинке имеются большие отверстия, так что воздух в сосуде непрерывно перемешивается и летучие фитонциды, выделяющиеся из растительного материала, беспрепятственно поступают в ту часть сосуда, где находится крыса. Значит, она принуждена дышать фитонцидами.

Один из очень важных для медицины выводов из проведенных многочисленных опытов таков: летучие фитонциды чеснока, широко используемого в настоящее время в качестве лекарственного растения, не оказывают заметного токсического действия даже при условии, если крыса находится в атмосфере паров чеснока в течение пяти часов, причем в этих опытах брали не 2 грамма чеснока, а 15—20 граммов. То же можно сказать и о летучих фитонцидах лука. Были случаи, когда даже 60 граммов луковой кашицы не вызвали смерти крысы в течение трех часов! Это не означает, что никаких болезненных явлений при этом не наблюдается. Ведь и слезотечение у домашней хозяйки при натирании лука свидетельствует о сильно раздражающем его действии.

Работы Филатовой и выводы о влиянии летучих фитонцидов на организм млекопитающих совпадают с мнением других исследователей, которые, решив применить их в медицине, подробно изучали, как действуют летучие фитонциды пищевых растений при вдыхании их крысами, кроликами и мышами. Исследовались ткани, выстилающие дыхательные пути, состояние легких, печени, почек и других органов. Можно несколько раз в день в течение многих суток заставлять кролика дышать летучими веществами лука и чеснока, и это проходит для него почти без всяких последствий, а если и наблюдаются какие-либо изменения в тканях, то они обратимого характера, то есть ткани вскоре снова становятся нормальными.

Раз уж мы заговорили об этом, нельзя не отметить изумительный факт, вскрытый опытами. Заставьте кролика в течение нескольких минут подышать летучими веществами чеснока, умертвите его через две недели. Легкие, сердце, почки, печень, селезенка будут еще пахнуть чесноком! Если бы вещества чеснока, убивающие бактерий, хоть частично совпадали с веществами, вызывающими запах, то как это было бы великолепно:

можно было бы подобным образом, грубо говоря, пропитать фитонцидами наш организм и помочь ему в борьбе с микробами.

Итак, опыты Филатовой и других ученых показали относительную безвредность летучих фитонцидов лука и чеснока для млекопитающих. Но здесь требуется сделать оговорку. Каждый по себе знает, без всяких научных изысканий, сколь много зависит от состояния организма. Это относится и к человеку, и к животным. Бывают и крайне резкие колебания в чувствительности животных и людей к тем или иным веществам. Почти все люди считают землянику приятной ягодой, лакомством, но некоторые совершенно не выносят ее и даже заболевают от нее чем-то вроде крапивницы.

Так же и с чесноком, и с луком. Из опытов Филатовой никак нельзя сделать вывод, что эти растения в любом количестве и при любом состоянии человека, особенно больного, всегда безобидны. В каждом случае только врач может решить вопрос о их вреде или пользе в зависимости от состояния легких, сердца, кишечника.

Замечания, напоминающие читателю об осторожности, нисколько не опровергают результатов строго научных экспериментов, говорящих о безвредности для организма млекопитающих больших количеств летучих фитонцидов лука и чеснока.

Такие же результаты получены и с корневищем хрена. И они очень важны, ибо научная медицина должна интересоваться хреном с его изумительными бактерицидными и противогрибковыми свойствами. Как и в опытах с чесноком и луком, от летучих фитонцидов хрена у крыс наблюдается раздражение тканей, выстилающих полость рта, раздражение глаз, слюноотделение и слезотечение. Но даже после двухчасового пребывания в атмосфере паров хрена крысы остаются живыми, а в последующие дни не удается отметить никаких изменений в их состоянии и поведении.

Снова и снова обратим внимание на своеобразное поведение организмов при действии на них различных раздражителей. Для одного организма какое-либо вещество может оказаться смертельным ядом, для другого — великолепной пищей. Мы уже приводили пример с «нежными» яйцами аскариды. На них не оказывает вредного действия такое количество медного купороса, которое способно убить быка.

Мы помещали крыс в сосуды с растениями, летучие фитонциды которых не причинили им никакого вреда. А сейчас мы принуждены говорить о крысах — жертвах наших опытов. Вас, вероятно, удивит, что есть такие растения, служащие сильнейшими ядами для крыс, а кстати, и для других млекопитающих животных.

Перед нами растение, называемое лавровишней. Но к лавру оно никакого отношения, кроме своего названия, не имеет.

В 1944 году из Сухуми были привезены в Ленинградский ботанический сад 20-сантиметровые черешки лавровишни и высажены в оранжерейных условиях. На второй год их высадили в грунт, утеплив на зиму. В грунте они пробыли до осени 1948 года, а потом их пересадили в горшки и доставили в лабораторию в прекрасном состоянии. Высота кустов 100 сантиметров и выше. Толщина ствола в нижнем сечении 3 сантиметра и более. Крона развита хорошо, ширина ее около 100 сантиметров. Общее количество листьев на каждом кусте от 180 до 350.

Летучие фитонциды листьев лавровишни оказались сильно токсичными для организма крыс. Опыты ставились так же, как и с другими растениями, в частности с луком и чесноком. Брали всего 2 грамма измельченных листьев лавровишни. Сосуд прежний — емкостью 2500 кубических сантиметров.

Опишем подробно поведение крысы в атмосфере летучих веществ листьев лавровишни. В первые минуты крыса спокойна, но если пощипывать ее кожу пинцетом, то замечается, что возбудимость крысы несколько повышена по сравнению с контрольной, помещенной в сосуд такого же объема, однако без растительного материала. Минут через пять мы отметим покраснение ушей и конечностей у подопытной крысы. Какие-то летучие вещества действуют на нервные окончания и сосуды; тончайшие кровеносные сосуды расширяются, разыгрываются явления, которые врачи называют гиперемией и которые можно наблюдать на коже, когда снимаешь горчичники. Проходит минута, другая; крыса начинает беспокоиться, пытается открыть крышку сосуда. Миновала еще минута, крыса беспомощно падает. К этому времени наблюдаются судороги конечностей, а нередко и всего тела. Конечности и уши резко бледнеют. Дыхание становится редким и вскоре прекращается совершенно, а через 1—2 минуты замирает и деятельность сердца. Крыса погибла (рис. 35). Все описанные предсмертные изменения разыгрываются в течение минут двадцати пяти или получаса. Даже в сосуде емкостью более 13 литров крыса все же умирает под влиянием летучих веществ, выделяющихся из 2 граммов измельченных листьев лавровишни.

Опыт обставлялся так, что крыса не могла съесть даже крупицу растительного материала. Впрочем, если крысу, находящуюся в сосуде, и не отделять перегородкой (с отверстиями) от лавровишневой кашицы, крыса все равно не станет есть ее. Специальные опыты показывают, что некоторые растения, летучие фитонциды которых крайне ядовиты для крыс, оказываются почти или совершенно безвредными для них в том случае, если дать их в пищу. Очевидно, пищеварительные соки как-то обезвреживают яды, а изумительная мощность летучих фитонцидов может быть понята лишь при предположении о незамедлительном проникновении их через легкие в кровь животного и сильном токсическом действии на нервную систему.

Лавровишня — вечнозеленое дерево. На одном и том же экземпляре имеются молодые листья и сохраняются листья годичного возраста и даже более старые. Небезразлично, какие листья берутся для опыта. Молодые листья гораздо токсичнее: смерть крыс в тех же условиях опыта наступает в среднем через 12 минут, а иногда даже через 8 минут!

Означают ли эти опыты, что и в природной обстановке крысы и родственные им организмы умирают на расстоянии от лавровишневых деревьев? Означает ли это, что лавровишневые деревья вредно иметь в комнатах? Нет, такие предположения и опасения абсолютно неосновательны. В экспериментах мы наносим листьям ранения, какие в естественной обстановке почти никогда не наблюдаются. В опытах мы хотя и помещаем крыс на большую для них «жилищную площадь», но стараемся покрепче закрыть сосуд и не допускать притока свежего воздуха.







Рис. 35. Влияние летучих фитонцидов на организм крысы.

Другой вопрос: имеют ли какое-либо значение микродозы летучих фитонцидов, выделяющихся из неповрежденных листьев лавровишни, для организма млекопитающих и человека? Наука этот вопрос еще не выяснила. Может быть, ничтожнейшие количества летучих фитонцидов ядовитых растений, поступающие в легкие, а затем и в кровь, оказывают серьезное влияние на те или иные жизненно важные функции. Нельзя заранее предусмотреть, сколь полезно это влияние, но нет никаких оснований и для опасений. Достаточно вспомнить, что большинство лекарств любого происхождения (растительного, минерального или производимых искусственно)

в ограниченных количествах полезно, а в значительных дозах вредно, например пирамидон и хинин. Вопрос решает количество лекарства. Кто же не знает, что медицина пользуется иногда очень вредными веществами, сильными ядами! Нельзя думать, например, о наркотиках, которые используются для усыпления при операциях, как о совершенно безвредных веществах.

Не лишен интереса опыт, который мы ставили в лаборатории. В густой кроне лавровишневого дерева была повешена клетка. В ней в течение месяца безвыходно жила здоровая крыса. Ее поили и питали так же, как и контрольных. Систематически взвешивали, наблюдали, прибавляет ли в весе; следили за дыханием крысы. Ничего интересного, отличающего эту крысу от контрольных мы не заметили.

Возьмем теперь черемуху обыкновенную. Кто не любовался весенней цветущей черемухой? В скольких песнях и рассказах увековечено это растение! И кажется весной, что ни одно вредное насекомое, ни одна бактерия или грибок не посмеют дотронуться до ее листьев, что они все лето будут ласкать наш взор своей зеленой, майской свежестью. Но увы! Наша красавица быстро, до обидного быстро дурнеет: до 60 видов паразитов нападают на нее. Не щадят ее и насекомые. Как уже говорилось, нежная, но противная черемуховая тля преспокойно ползает по ее листьям.

Листья черемухи изъедены, растение кажется беспомощным в борьбе с паразитами. Десятки видов микробов и многоклеточных организмов приспособились к ней, стали для нее патогенными. Но не будем делать преждевременных выводов о чрезмерной беспомощности черемухи. Фитонциды листьев черемухи являются исключительным ядом для многих бактерий, грибков и простейших. Мы видели, что фитонциды черемухи являются мощным ядом и для тех насекомых, которые в ходе эволюции не приспособились к сожительству с ней. Так, фитонциды листьев черемухи в первые же секунды могут убить мух, слепней, комаров, клещей. А вот для черемуховой тли листья черемухи служат и гостеприимным домом, и лакомством.

Летучие фитонциды черемухи менее ядовиты для крыс, чем фитонциды лавровишни. В атмосфере летучих фитонцидов черемухи в тех же условиях опытов, о которых говорилось ранее, крысы погибали, как правило, часа через полтора. Если учесть, что фитонциды черемухи — страшный яд для многих микроорганизмов и очень стойких животных организмов, приходится скорее удивлятся не неядовитости черемухи для крыс, а слабой токсичности ее фитонцидов в отношении их. Такое рассуждение тем более основательно, что в листьях черемухи содержатся вещества (или могут образоваться при повреждении листьев, при соприкосновении с воздухом), являющиеся ядом, от которого погибает протоплазма клеток большинства организмов. Среди этих веществ имеется и синильная кислота.

Дело обстоит, однако, гораздо сложнее. Продолжим наши опыты. Мы уже знаем, что растения в разные периоды их развития, при разных физиологических состояниях выделяют неодинаковое количество фитонцидов, да, вероятно, и разного качества. Сорвем почки черемухи — осенью, зимой, ранней весной до развертывания из них листочков. Раздавим 2 грамма почек, положим их, как и в опытах с листьями, на дно сосуда. Поместим в сосуд емкостью 2500 кубических сантиметров крысу. Через 20 минут летучие фитонциды почек черемухи убьют крысу!

Какие же вещества лавровишни и черемухи столь губительны для организма крысы? Самое простое и кажущееся самым доказательным — предположить здесь действие синильной кислоты. Синильная кислота в тканях некоторых растений может отщепляться от других соединений и оставаться в свободном состоянии. Но многие опыты и наблюдения заставляют думать, что летучие фитонциды лавровишни и черемухи — сложная совокупность веществ, которая не сводится лишь к синильной кислоте.

Опыты поставили перед нами немало новых вопросов.

Положим в сосуд не 2, а 20 граммов раздавленных листьев лавровишни. От 2 граммов листьев крыса погибает в течение 25—30 минут, от 20 же граммов смерть наступает через 4—5 минут. Изменим опыт. В такой же сосуд рядом с 20 граммами измельченных листьев лавровишни положим кашицу из чеснока. Поместим теперь сюда крысу. Она остается живой в течение получаса и даже долее. Летучие вещества чеснока ослабили действие ядовитых летучих веществ лавровишни. Почему? На этот вопрос у нас пока нет ответа.

Перед нами возник и еще один вопрос: многие ли растения столь же токсичны для млекопитающих, как черемуха или лавровишня? Нет, растений с такими мощными свойствами летучих фитонцидов, по-видимому, мало.

Лучше всего изучены ядовитые свойства многих растений на домашних и сельскохозяйственных животных. Но и здесь еще масса загадочного и неясного. Ученые знают, что даже новорожденные животные ведут себя очень осторожно. Присмотритесь к поведению кошки, собаки, коровы, овцы.

На выпасе рогатый скот явно избегает определенных растений, и именно тех, которые, как показали опыты, ядовиты для него. На пастбищах ядовитые растения остаются обычно несъеденными. При кормлении в хлеву животные как-то узнают, что для них вредно: они не берут в рот даже те ядовитые растения, которые не имеют никакого запаха. Если быть более строгим в научном отношении, то надо сделать оговорку: обоняние коровы или собаки, конечно, значительно отличается от обоняния человека.

Было бы ошибочно предполагать, что в поведении собаки, лошади, коровы или овцы все целесообразно. Животноводы знают, что иногда животные с большой охотой едят ядовитые растения и гибнут. Наблюдали, например, массовую гибель рогатого скота, с увлечением наевшегося листьев табака, разворошенного для просушки. С другой стороны, заболевшая собака инстинктивно выбирает среди множества растений необходимые ей.

* * *

В долгом-долгом ходе эволюции создавались определенные отношения между растениями и животными, вполне объяснимые в свете учений Ч. Дарвина и И. П. Павлова.

В различных лесах: дубовой и березовой рощах, в сосновом бору — на растениях, на поверхности земли, в глубине почвы, в воздухе живут разные микроорганизмы. Оказывают ли влияние летучие фитонциды, выделяемые миллионами и миллиардами листьев деревьев и трав, на состав микробов в воздухе? По-видимому, оказывают, и очень большое. Вместе с микробиологом Т. Д. Янович и биологом А. В. Коваленок мы решили провести научную разведку.

Летом в ясные дни, в полдень, мы изучали, какое количество различных микробов — бактерий и плесеней — находится в одном кубическом метре воздуха в сосновом бору, молодой сосновой поросли, кедровом лесу, березовой роще, зарослях черемухи, смешанном лесу, над лесным лугом и кочкарным болотом. Мы подсчитывали лишь микробов, неболезнетворных для человека. И везде оказалось разное количество микробов. В воздухе березового леса их было в 10 раз больше, чем соснового бора. Независимо от расположения населенных пунктов в воздухе кедровых лесов и соснового бора, особенно молодого, почти нет микробов, он стерильный.

Очень важно для медицины узнать точнее состав микроорганизмов в разного типа лесах, степях, лугах, курортных местах. Еще важнее узнать, как ведут себя болезнетворные для человека микробы в атмосфере разного типа лесов.

Стоит ли пренебрегать фитонцидами, когда мы решаем вопросы озеленения больших городов? Специалист по озеленению городов П. И. Брынцев исследовал древесные растения и кустарниковые породы лесов и парков окрестностей крупных городов. Он доказал, что в условиях природы огромные площади поверхности листьев оказываются поврежденными, а с другой стороны, что ткани листьев многих древесных пород (береза бородавчатая, береза пушистая, клен, дуб, лещина, ива и другие) обладают способностью продуцировать летучие фитонциды в колоссальных количествах и бурно выделять их в окружающую среду в связи с ничтожнейшими ранениями.

Какие декоративные растения полезнее иметь дома, в детском саду? Почему медицина считает, что туберкулезным больным лучше всего жить в сосновом бору? Нельзя ли путем отбора и скрещиваний усилить в десятки или сотни раз фитонцидные свойства пищевых и декоративных растений и заставить растения, хотя бы отчасти, очищать от вредных бактерий воздух жилых помещений, воду в реках, озерах, болотах? А нельзя ли подобрать растения, летучие вещества которых, неизбежно вдыхаемые нами, благоприятно действовали бы на нервную систему, ткани легких, кровь?

Почему бы в самом деле не добиваться этого? Почему не пытаться все полнее использовать природу, вмешиваться в интересах человека в ее эволюцию? Человек достоин этого.

Даже в отношении интенсивных культур, как виноград, плодовые деревья, допускающих значительные затраты на инсектициды и фунгициды, все же наиболее радикальным путем борьбы с болезнями является введение в культуру иммунных сортов.

Н. И. Вавилов

Болезни растений и животных. Как использовать фитонциды в сельском хозяйстве

В той или иной степени продуцирование фитонцидов, особенно при ранении, свойственно всем растениям, начиная с бактериальных клеток и кончая любым высшим цветковым.

Чем объяснить такую щедрую расточительность природы? Некоторые из ученых предпочитают не задумываться над этим вопросом, а другие объявляют фитонциды случайным явлением, отбросами растений. Это ошибка. Не может быть случайным такое распространенное в природе явление. Его требуется объяснить в интересах и науки, и практики.

Если бы было выяснено значение фитонцидов для жизни самих растений, медицина могла бы сознательно, а не от случая к случаю искать и находить требующиеся для лечения заразных болезней бактерицидные вещества; пригодились бы эти знания и растениеводству, так как можно было бы попытаться, когда нужно, усиливать те или иные фитонцидные свойства растений, если они имеют для них серьезное жизненное значение. Короче говоря, необходима теория, объясняющая роль фитонцидов в природе.

Условимся не осуждать никого за то, что многие вопросы о роли фитонцидов еще далеки от полного разрешения. Нелегкие это вопросы. Перед нами встает история другой проблемы — о витаминах. Поразительно, что тысячами работ довольно хорошо выяснено значение витаминов для жизни человека и животных, но до сих пор мы еще очень мало знаем о значении витаминов для самих растений. Известны, например, такие интересные факты, что корни растения не могут нормально развиваться без некоторых витаминов, что имеется связь между витаминами и ферментами. Но эти и другие факты до сих пор не получили должного разъяснения и не создана еще теория о роли витаминов в жизни растений. Так будем же снисходительны и к ученым в области фитонцидов. Впрочем, роль фитонцидов кажется нам более ясной, чем роль витаминов.

Защитные силы организмов. Фитонциды — один из факторов иммунитета растений

Мы высказали в начале книги предположение: фитонциды являются одним из важных факторов естественной невосприимчивости растений к заразным для них заболеваниям. Да, они — один из факторов их иммунитета. Слово это означает освобождение от чего-либо. В данном случае — освобождение от болезнетворных микробов. Иммунитет — это целебные силы самого организма, невосприимчивость его к тем или иным заразным (инфекционным) болезням.

Науки об иммунитете человека, животных и растений начали развиваться со второй половины прошлого столетия. Многие таланты и гении — дети народов разных стран — способствовали их становлению. С большой гордостью за наш народ напомним, что одним из ученых, основавших науку об иммунитете, был Илья Ильич Мечников. Сердце Мечникова перестало биться более полустолетия назад (1916 год), а творчество великого натуралиста не стареет, и кажется, что он и сейчас участвует в той благороднейшей деятельности ученых, целью которой является здоровье людей, домашних животных и культурных растений.

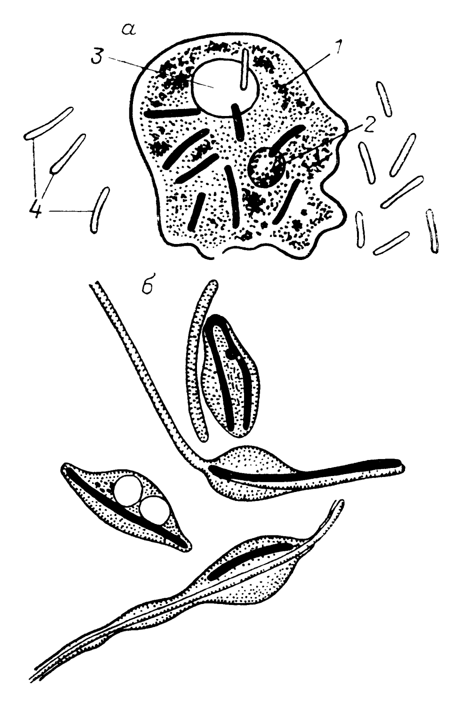


Рис. 36. Борьба фагоцитов с бактериями (фагоцитоз).

а — амеба, живущая среди бактерий, часть их поглощена: *1* — тело амебы, ее протоплазма, *2* — ядро амебы, *3* — вакуоль — пузырек, наполненный жидкостью, *4* — бактерии; *б* — лейкоциты с поглощенными микробами.

И. И. Мечников открыл явление фагоцитоза и создал учение о защитных свойствах организма животных. Одноклеточные организмы вроде амебы могут поглощать бактериальные и грибковые клетки и переваривать их или изменять либо выбрасывать из своего тела (рис. 36).

Это явление оказалось свойственным и клеткам многоклеточных организмов, только по мере усложнения организации животных фагоцитами («пожирателями бактерий») служат определенные клетки. Так, у млекопитающих животных и у че-

ловека, когда в ткани их тела внедряются бактерии и другие посторонние твердые тельца, фагоцитами становятся определенные клетки крови — лейкоциты и некоторые клетки соединительной ткани.

Явление фагоцитоза играет огромную роль для организма человека и животных в борьбе с заразными болезнями. Нелегко было Мечникову убедить врачей в пользе для человека лейкоцитов. Думали в то время: как хорошо, что в крови человека мало лейкоцитов, а то бы они, захватывая микробов, разносили их по всему организму. Эти драгоценнейшие клетки считались до Мечникова «злодеями».

Тяжелую многолетнюю борьбу пришлось выдержать Мечникову и по вопросам воспаления. Мечников доказал, что воспаление является также защитным свойством.

Вонзается в тело животного или человека заноза или внедряется бактерия. Ткани организма как бы стремятся освободиться от чужеродного тела. Из мельчайших сосудов — капилляров выступают лейкоциты. Они фагоцитируют («пожирают») бактерий и другие чужеродные тельца. При этом возникает гной, который состоит в значительной степени из фагоцитов и из умерших клеток. Размножаются лежащие поблизости от занозы клетки тканей, из них образуется уплотненный слой, окружающий занозу, вокруг нее создается капсула. Тем самым организм уже обособляет от здоровых тканей чужеродное внедрившееся тело. Все это и есть воспаление. Видимые картины воспаления известны всем по собственному опыту: покраснение, припухлость, болезненность, может подняться температура.

Это благодетельный процесс, защитное явление, один из факторов иммунитета. Не надо удивляться тому, что врач нередко должен бороться с «излишеством» воспаления, могущего привести к смерти. Организмы животных и человека — очень хорошо работающие, но далеко не идеальные машины. Врачу приходится утихомиривать не в меру разбушевавшиеся силы организма, основанные, однако, на полезных иммунологических свойствах его клеток и тканей. Мечников все это выяснил.

Ребенок переболел скарлатиной. Как правило, у него на всю жизнь создается невосприимчивость к этой болезни. Человеку привили оспу — ввели яд, содержащий вирусы, и у него надолго вырабатывается невосприимчивость к натуральной оспе. Ясно, что в ответ на введение чужеродных тел, в данном случае бактериальных телец, в тканях нашего организма возникают какие-то, скажем, противотела. Их так и называют в микробиологии — антитела, а бактерии, против которых вырабатываются антитела, именуют антигенами.

Это наиважнейший фактор иммунитета у людей, у млекопитающих и у птиц. Малейшие количества белка, будь то белок бактерии или грибка, попавшие в ткани организма (не через рот, а в кровь, под кожу и т. п.), являются ядом и вызывают

образование противоядия — противотел. Пусть это будет даже 0,00000005 грамма чужого белка! Все то, что известно под именем прививок, вакцин и сывороток, основано на научном понимании антигенов и антител. И другие целебные силы имеют животные.

Таких «животных» свойств у растений нет: у них нет фагоцитарной деятельности клеток, нет явлений воспаления, не образуются антитела. А защищаться растениям от болезней приходится и в условиях посадок, и в условиях природы.

Болезни у растений возникают от внедрения в их клетки и ткани болезнетворных вирусов, бактерий или грибов. Микробы размножаются, они могут выделять и ядовитые для клеток растений вещества. Нормальная жизнь клеток и тканей нарушается, и растение может погибнуть. Каждый крестьянин и любитель природы знает, что проявлений болезненных состояний у растений много, так как разные паразиты вызывают разные болезни: гниль, пятнистости, налеты, увядания, омертвения тканей, наросты и другие. Особенно мешают нормальной жизни высших растений грибы. Немало также и бактерий — возбудителей болезней растений. В большинстве случаев они подвижны и не имеют спор.

Но вернемся к фитонцидам. Почему в ходе эволюции растений появились фитонцидные свойства? Фитонциды — важнейший фактор иммунитета растений, невосприимчивости их к заразным заболеваниям.

Любое растение в ходе своей жизнедеятельности в связи с обменом веществ выделяет фитонциды, помогающие ему бороться против бактерий, грибков и могущих оказаться для него вредными тех или иных многоклеточных организмов, например насекомых. Фитонцидами, как мы уже говорили, растение само себя стерилизует. Вокруг многих растений имеются, очевидно, в прямом смысле бактерицидная и противогрибковая зоны.

На листьях любого растения: подорожника или березы, лука или дикого пиона — могут оказаться миллионы микроорганизмов, для которых ткани листьев с их белками, жирами, углеводами и минеральными веществами являются прекрасным питательным субстратом, но микроорганизмы «не находят» этого питательного субстрата. Их жизнедеятельность, несомненно, ослабляется или нацело прекращается под влиянием выделяющихся фитонцидов. Если, однако, ослабляются и тем более прекращаются процессы жизнедеятельности растения, а тем самым и продуцирование фитонцидов, те же клетки и ткани, которые выделяли бактерицидные вещества, оказываются прекрасным питательным субстратом для бактерий и грибов, которых они убивали до этого.

Мысль эта была высказана мною почти полстолетия назад. Многочисленные исследования подтвердили правильность ее,

и она легла в основу теории иммунитета растений, разделяемой многими учеными.

Это относится и к низшим растениям, и к самим бактериям, которым в природе живется очень нелегко и у которых много врагов — бактерий других видов и иных микроорганизмов. Чтобы добыть себе пропитание, чтобы осваивать в качестве питательного вещества протоплазму клеток своего хозяина (клеток листьев какого-либо растения или тканей, положим, легких или желудка человека), бактерия должна выделять во внешнюю среду вещества, изменяющие протоплазму чужих клеток.

Болезнетворные для человека и животных микробы могут выделять особые вещества — агрессины, мешающие фагоцитам заглатывать их; то же значение имеют образующиеся вокруг микробов капсулы (оболочки). Микробы выделяют особые вещества —токсины, отравляющие организм. Многие микробы страшны для человека и животных не своим количеством, а именно этими ужасными ядами. Один грамм токсинов столбняка, то есть веществ, выделенных микробами, вызывающими эту болезнь, убивает 20 000 000 мышей!

В процессе возникновения и эволюции болезнетворных бактерий и грибков происходила и происходит эволюция защитных сил животных и растений, их сопротивляемости, изменение их иммунитета. В природе все взаимосвязано. И микроорганизмам действительно нелегко живется в природе. Не случайно, а в результате долгой эволюции к определенным растениям и животным из огромного количества микроорганизмов оказались приспособленными лишь некоторые.

Мы приводили уже примеры, подтверждающие эту мысль. Среди многочисленных разновидностей льна одни устойчивы, другие, наоборот, очень восприимчивы к грибку, называемому фузариум лини. Среди разных видов пшеницы имеется небольшое число относительно устойчивых к головне, разные сорта картофеля неодинаково восприимчивы к болезнетворному грибку фитофторе.

Как и в мире животных, каждый вид растения имеет защитные силы, предохраняющие его от большинства встречающихся в природе микроорганизмов, и лишь очень немногие бактерии и грибки являются для него болезнетворными: только те, которые приспособились к паразитарному образу жизни у данного растения или животного. Все эти виды микроорганизмов — поздний результат эволюции. Если современная туберкулезная палочка вне организма обезьяны и человека жить не может, значит, ясно, что человеческая туберкулезная палочка в ее теперешнем виде развилась вместе с человеком. Птичья туберкулезная бацилла не вызывает туберкулеза у человека. Бледная спирохета не может явиться возбудителем сифилиса у птиц. Болезнетворные для лука грибки и бактерии не патогенны для сосны.

Очень наглядным примером, подтверждающим правильность высказываемых мыслей, служит организм человека. Казалось бы, многие тысячи микроорганизмов, целые полчища их должны быть болезнетворными для человека, ибо клетки и ткани человеческого организма содержат для них великолепную пищу — белки, жиры, углеводы, минеральные вещества и воду. Между тем это не так. Наши клетки и ткани являются страшными врагами большинства микроорганизмов.

Интересные подсчеты, конечно приблизительные, сделал один ученый. Почти половина всех болезней человека вызывается паразитами. А много ли паразитов? Не более 250, включая всех вредных червей, насекомых, клещей. Существует только около 60 различных болезнетворных для человека бактерий, примерно 20 так называемых вирусов и приблизительно 50 грибков.

Между разными видами бактерий и грибков в почве, в воде, в кишечнике животного, на листе растения — везде имеет место не только сожительство, взаимопомощь, но и чаще борьба, и борьба жестокая. Многие бактерии являются антагонистами. И многие грибки также являются врагами друг друга. Чем же могут они защищаться? Что они могут противопоставить суровым условиям в своей жизненной борьбе?

Бактерии и грибки не беззащитны. Им помогают нередко огромная быстрота размножения (через каждые полчаса), образование так называемых спор, переход микробов в такое состояние, в котором они очень стойки к вредным воздействиям, и многое другое.

Несомненно и то, что в жизненной борьбе микробов огромную роль играют выделяемые во внешнюю среду антибиотики, которые правильнее было бы называть фитонцидами. Таковы, как уже указывалось, химические вещества, выделяемые плесневым грибком и в обработанном виде представляющие ценнейшее лекарственное средство — пенициллин, действующий вредно на другие грибки и бактерий.

Фитонциды, выделяемые во внешнюю среду бактериями и грибками, являются их химической защитой. Не надо понимать это так, что выделяемые во внешнюю среду химические защитные вещества всегда обязательно убивают своих соседей — других бактерий или грибки. Мы убедились ранее, что и фитонциды высших растений могут не только убивать микроорганизмы, но и тормозить их рост и размножение, а иногда и способствовать жизни безвредных для данного растения микроорганизмов. С этой точки зрения многие явления в природе уже не кажутся делом случая, а получают обоснование. Вот одно очень интересное явление.

Внесем в почву большое количество каких-либо болезнетворных для человека микробов, например возбудителей тифа, холеры, дифтерии, дизентерии. Пройдет несколько дней, а в не-

которых случаях только сутки, и подавляющее число этих бактерий погибнет. Почему?

Ни у кого не возникает сомнений в том, что решающей причиной этого является наличие в почве бактерий-антагонистов, которые выделяют во внешнюю среду антибиотические, фитонцидные вещества, могущие разрушать и другие бактерии, и вирусы. Что это действительно так, подтверждается следующим наблюдением. Простерилизуем почву, то есть освободим ее от бактерий. Внесем теперь в нее брюшнотифозных бактерий. Мы убедимся, что они будут хорошо сохраняться и долго жить.

Здесь надо сделать существенную оговорку. Жизнь почвы очень сложна. Причиной гибели одних микробов в почве и усиленного размножения других могут быть не только отношения дружбы и вражды, антагонизма между микробами, но и выделение фитонцидов корнями растений. Вокруг корней каждого растения имеется свой богатый мир микробов. Микробы, полезные для растения, не только не убиваются фитонцидами, выделяемыми корнями, но их размножение под влиянием фитонцидов может даже усиливаться. Те же фитонциды оказывают губительное действие на другие виды микробов, могущих оказаться врагами растения. Что корни растений действительно выделяют в почву фитонциды, уже доказано точными опытами. Вот один из таких опытов.

Почва может быть зараженной спорами сибирской язвы. В. В. Архипов установил, что если в такую почву посадить клевер красный, ревень, вику, озимую пшеницу, рожь, чеснок и лук, то почва очищается от спор сибирской язвы. Нельзя обманывать себя и считать, будто все ясно в этом опыте. Скорее всего, фитонциды, выделяющиеся из корней названных растений, непосредственно убивают очень стойкие споры сибирской язвы. А может быть, фитонциды помогают размножению бактерий, мешающих жить спорам сибирской язвы. Но как бы ни толковать явление исчезновения спор при посадке некоторых растений, речь идет о фитонцидах. Приведем еще пример антогонистического действия разных микробов по отношению друг к другу.

Дерево грецкого ореха сильно повреждается грибком дотиорелла грегарис, а также бактерией псевдомонас югландис. Можно искусственно заразить названными грибком и бактерией ветви грецкого ореха, но если заражать их смесью обоих микроорганизмов, то заражения не произойдет. Единственное объяснение этому — антагонизм названных грибка и бактерии.

Факты такого рода не единичны. Например, если клубника заражена грибком ботритис цинереа, то ее нельзя уже заразить грибком ризопус, хотя он также является виновником заболеваний клубники.

Заразим яблоки спорами грибка, который называется монилия фруктигена. Через 5—6 дней вырежем загнившую ткань

и взвесим. В среднем у каждого яблока будет около 6,5 грамма загнившей ткани. Попробуем заразить яблоки той же партии таким же количеством спор другого грибка — ботритис алии. Через те же 5—6 дней мы не обнаружим гниения яблок. Заразим, наконец, яблоки той же партии спорами обоих грибков. Заражение грибком монилия фруктигена произойдет, и через 5—6 дней, как и в первом опыте, мы заметим загнившую ткань. При взвешивании окажется в среднем всего около 1,5 грамма такой ткани в каждом яблоке. Совершенно очевидно, что грибок ботритис алии почти подавляет размножение грибка монилия фруктигена.

Обнаруженный антагонизм плесневого грибка и некоторых бактерий привел А. Флемминга к открытию пенициллина. Были предшественники у Флемминга, но это нисколько не умаляет ценности его открытия. Уже в давние времена народная медицина «ощупью» обнаружила целебные свойства плесневых грибков, а в 1872 году русские врачи В. А. Манассеин и А. Г. Полотебнов изучали лечебное действие именно того плесневого гриба, из которого впоследствии удалось выделить пенициллин, но они не сделали тех выводов и обобщений, которые лишь спустя более полустолетия были высказаны Флеммингом.

Идейным отцом всех исследований по фитонцидам высших растений и бактерий можно считать И. И. Мечникова, так как он высказал мысль: «Растения защищаются своими устойчивыми оболочками и выделениями. Выделение клеточных соков у растений, следовательно, играет очень существенную роль как средство защиты».

И. И. Мечников и Л. Пастер открыли явление антагонизма в мире микробов, подавление одних бактерий другими. Мечников не только наблюдал эти явления, частным примером которых служит выделение плесневыми грибками и бактериями пенициллиноподобных и грамицидиноподобных веществ, но и наметил очень большой план работы в новой области, до сих пор наукой еще не выполненный. Он писал:

«Перед наукой лежит еще обширное поле для новых исследований... болезнетворные бактерии, попадая в организм, не обязательно причиняют болезнь... Среди так называемых носителей тифозных, холерных, дифтерийных и других бактерий есть немало лиц, не заболевших соответственными болезнями... По всему нужно думать, что во внешней среде и в человеческом организме распространены микробы, оказывающие нам большую пользу в борьбе против заразных болезней».

Мечников, в частности, думал, что бактерии, вызывающие молочнокислое брожение, могут играть полезную роль как антагонисты бактерий, населяющих толстые кишки человека. Он поэтому горячо рекомендовал всем есть простоквашу, содержащую большое количество бактерий. Кстати, простокваша действительно очень полезна, но необходимо ли подавлять деятель-

ность бактерий, нормально населяющих кишечник человека,— неясно.

В наше время некоторые ученые считают нужным использовать в борьбе с дизентерийной палочкой постоянного и, как правило, безвредного жителя кишечного тракта — кишечную палочку. В частном случае великий Мечников был не прав. Мысль же об использовании явления антагонизма в мире микробов, мысль о благодетельных для человека микроорганизмах была талантливым предвидением, которое направляет научные поиски и до сих пор.

Ученые — медики и биологи — широким фронтом начали сознательно использовать в качестве целебных сил для человека целебные силы растений. Человек все более уверенно подчиняет себе природу, ее эволюцию.

Мы пытались с самого начала быть, как это и подобает в науке, разумно осторожными и не поддаваться излишним увлечениям. Будем же соблюдать такое правило до конца и предупредим читателей о наивности утверждения, будто у растений все вопросы невосприимчивости к болезням сводятся к проблеме фитонцидов. Даже у низших растений этого не может быть, а у высших, очень сложно устроенных организмов имеется много приспособлений, противодействующих врагам из мира микроорганизмов. Перечислим некоторые бесспорно защитные приспособления растений.

Фитонцидам принадлежит решающая роль в отражении нападений микроорганизмов. Температура тканей растений непригодна для жизни многих микроорганизмов. Оборонную роль играет образование на поверхности растений кутикулы — сплошного слоя плотно соединенных между собой клеток. На кутикуле иногда имеется восковой налет. На одеревеневших частях растений и на корнях возникает пробковая ткань, в которой питательных материалов для микроорганизмов мало; к тому же пробка представляет и механическое препятствие для проникновения микроорганизмов внутрь. Все это неплохие барьеры против микробов.

При ранении растений помимо вспышки продуцирования целебных для растения фитонцидов могут образовываться преграды для микробов в виде опробковевших клеток. А могут размножаться и такие растительные клетки, которые содержат особые химические вещества с фитонцидными свойствами — фенолы, антоцианы и другие, обезвреживающие действие микробных ядов — токсинов.

Приходя в соприкосновение с тканями растений, микробы выделяют вещества — ферменты, так изменяющие протоплазму растительных клеток, что она становится доступной для питания вредных микробов. Однако растения, как это выяснили советские ученые В. И. Палладин и К. Т. Сухоруков, в свою очередь, изменяют своими веществами ферменты микробов,

и они теряют активность. Такое свойство растений также является целебным для них. Если же случилось несчастье для растения, если микробы повредили какой-либо его орган, то все растение может спастись и тем, что оно освобождается от ослабленного органа. У растений без ущерба для их жизни опадают заболевшие листья, бутоны и завязи. У животных и у человека — увы! этого произойти не может, и лишь в крайнем случае хирург вынужден удалить какой-либо (далеко не всякий!) орган; организм после этого остается уже неполноценным. У животных более тесное взаимодействие органов, чем у растений, у них все связано между собой в единое целое нервной системой и кровью. У животных и человека какое-либо местное заболевание может вызвать сильные изменения во всем организме. Даже небольшой нарыв может привести к повышению температуры всего тела.

Наука, наверное, обнаружит и другие свойства растений, дающие им возможность сопротивляться различным паразитам, но, повторяем, главным фактором их природного иммунитета являются, конечно, фитонциды. Не случайно мысль специалистов по болезням растений идет преимущественно по «химической линии», ищутся биохимические защитные свойства протоплазмы клеток, тканей и целых организмов. У растений эволюция защитных сил шла преимущественно по линии биохимических приспособлений.

Вспомним чеснок. Летучие фитонциды и сок чеснока обладают, как мы уже убедились, исключительной способностью убивать различные микроорганизмы. Погибают от чеснока бактерии, не могущие жить без кислорода воздуха, погибают и бактерии, для которых кислород вреден; чеснок умерщвляет бактерий, вызывающих гниение трупов животных и растений, и виновников самых различных заболеваний человека и животных: холеры, брюшного тифа, дифтерита, дизентерии и очень многих других. В атмосфере летучих фитонцидов чеснока или в соприкосновении с его тканевым соком не могут жить микроскопические грибы, например плесневые. Бактерии — обитатели почвы — не в состоянии сопротивляться фитонцидам чеснока.

Сотни ученых испробовали действие чеснока на микроорганизмы и пока не напали на такой микроб, который не убивался бы чесноком. Исключением явилась, как мы уже говорили, открытая в нашей лаборатории бактерия, названная чесночной. При ослабленной жизнедеятельности чеснока он может заболеть, если в тканях его окажутся чесночные бактерии.

Встает вопрос: какое значение для жизни растения — чеснока — имеют его удивительные свойства убивать самых различных микробов? Научная мысль и здравые рассуждения каждого человека заставляют думать, что иммунитет чеснока, то есть невосприимчивость к бактериальным и грибковым заболевани-

ям, объясняется прежде всего его изумительными фитонцидными свойствами. Многие явления, на первый взгляд непонятные, можно объяснить, если встать на такую точку зрения.

Мы уже говорили, что плодам цитрусовых — лимона, апельсина и мандарина — разного возраста присуща разная фитонцидная сила. Сок антоновских яблок обладает прекрасными свойствами убивать многих микробов, в том числе дизентерийную палочку и брюшнотифозную бактерию. Выяснено, однако, что яблоки разной спелости весьма неодинаковы по своим бактерицидным свойствам.

Специалисты по борьбе с дизентерией заинтересовались вопросом, когда лучше извлекать из яблок антоновки фитонцидный сок, убивающий дизентерийную палочку. Стали изучать яблоки в ходе их созревания. Во всех опытах брали яблоки с одного дерева. Что же оказалось? Сок яблок, собранных 1 сентября, значительно лучше убивал дизентерийного микроба, чем сок яблок сбора 15 сентября.

Плоды черемухи в разные периоды созревания также обладают различной способностью убивать бактерий.

Что же общего во всех этих случаях? Выяснено, что менее зрелые плоды обладают большой фитонцидной силой. Перезрелые плоды, наоборот, мало способны убивать микроорганизмы. Важно ли это для растений?

Завязь плода и созревающие плоды должны быть хорошо защищены своими фитонцидами от многочисленных врагов из мира микробов, особенно против плесневых грибков и гнилостных бактерий. Без этого размножение и продолжение данного вида растений невозможно. Но вот плод созрел, он падает на землю. Из мякоти яблока или лимона должны освободиться семена, им нужно быть на земле. Освободиться они могут каким-либо механическим путем, например мякоть склюет птица. Но на подмогу могут прийти и гнилостные бактерии и плесневые грибы: под их влиянием произойдет распад мякоти. Ясно, что созревшему плоду, скажем, яблока мощные фитонцидные свойства скорее принесли бы вред, чем пользу. Для продолжения вида растения нужна не мякоть созревшего плода, а семена, их устойчивость против различных заболеваний, их фитонцидные свойства.

Приведем еще пример. Кто не наблюдал достойное удивления явление прекрасного роста «гниющей» луковицы лука! Блестящее, словно из слоновой кости, новое растение развивается, пробиваясь из гнилой трухи, из больных листьев луковицы! Только при наличии мощных фитонцидных свойств не погибает молодое растение.

Для науки и практики очень важен вопрос, при каких состояниях растения ослабляется продуцирование фитонцидов и, значит, создаются условия, более благоприятные для болез-

нетворных микробов. Если растение заболело, продолжается ли выделение им фитонцидов?

Ботаник В. Г. Граменицкая исследовала эти вопросы и обнаружила много интересного. Она искусственно заражала плоды лимона, апельсина, мандарина различными болезнетворными бактериями. Затем в разные стадии развития болезни изучалось, ослабляется или усиливается продуцирование фитонцидов. Что же оказалось? В первые сутки после заражения, в начале болезни, у растения как бы мобилизуются все его фитонцидные свойства. В первый день ткани зараженного растения лучше убивают различных бактерий, чем ткани совершенно здорового растения. Но по мере развития болезни фитонцидные свойства тканей растения все более и более ослабляются и наконец сходят на нет. Получается, что больное растение может выделять более мощные фитонциды.

Требуется провести еще много опытов, чтобы все это понять глубоко, чтобы извлечь пользу для борьбы с болезнями растений.

Конечно, если в природных условиях, без вмешательства человека, то или иное растение заболевает и какая-либо бактерия или гриб начинают безнаказанно размножаться в тканях этого растения, значит, жизнедеятельность его сильно ослаблена, наверное, уменьшается и выработка фитонцидов. Впрочем требуется очень внимательно изучить, не повышается ли в начале болезни выделение фитонцидов и при естественном заболевании растений.

Если мы для наших опытов возьмем совершенно здоровое, полное жизни растение и будем пытаться разными способами сделать его больным, то, конечно, на первых порах обязательно оно сильнее начнет жить, а фитонцидов может вырабатываться больше.

Эти соображения относятся не только к растениям. Если заразное начало попадает в тело человека или если произойдет какое-либо ранение, многие стороны жизни нашего организма могут проявляться ярче: повышается температура тела, больше клеток-фагоцитов, способных пожирать бактерий, окажется в «месте» болезни, начнут вырабатываться особые защитные вещества.

Становятся понятными результаты многих опытов, проведенных Граменицкой в нашей лаборатории.

Она ставила опыты не только с плодами лимона, апельсина и мандарина, но и с множеством других растений. Изучала она фитонцидную активность луковиц лука, зараженных бактерией каратоворум, болезнетворной для лука, изучала листья помидора, пораженного вирусами. Сравнивала выделение фитонцидов здоровыми листьями тополя и листьями, пораженными тлями и грибком, который вызывает чернь листьев. Узнала, какие листья дуба производят больше фитонци-

дов — здоровые или листья, пораженные дубовой орехотворкой.

Во всех опытах обнаруживалось одно и то же явление: если заражать здоровое растение, то оно сначала отвечает более бурным образованием фитонцидов, а затем, в ходе развития болезни, эта способность затухает и, наконец, сводится на нет.

Сходные явления происходят и при ранении многих растений. Подойдем к черемухе. Не срывая листа, раним его иголкой — на нижней поверхности листа сделаем ссадины. Сорвем через сутки этот лист и здоровый лист с той же ветки и изучим, как убивают бактерий фитонциды раненого (вчера) и нераненого листа. Что же окажется? В полтора-два раза сильнее убивают дизентерийную палочку фитонциды раненого растения. Нельзя сомневаться в том, что это — защитное приспособление у растений, выработавшееся в ходе эволюции.

Оказалось далее, что различные участки тканей в зависимости от удаленности их от пораженных мест выделяют различной силы летучие фитонциды. Более мощные фитонциды выделяются участками, прилегающими к пораженному месту.

Все подробности подобных опытов очень интересны. Заразим луковицу лука бактерией каратоворум: уколем в каком-либо месте лист и введем в ранку бактерии. Дождемся сильного развития болезни. Исследуем теперь летучие фитонциды мякоти листа, но ткани возьмем из различных участков луковицы — рядом с зараженным местом и из участков, удаленных от него. Возьмем кусочек (одну десятую грамма) полусгнившего участка листа от того места, где мы ввели болезнетворных бактерий. Посмотрим, выделяет ли этот кусочек летучие фитонциды, убивает ли он на расстоянии инфузорий. Можно на некотором расстоянии от него держать даже 20 часов каплю воды с инфузориями, и они еще живы. Если взять такого же веса кусочек из того же листа, но из участков, удаленных от места заболевания, то в 35 секунд инфузории будут убиты. Здесь мы видим даже повышенную фитонцидную активность.

Многими учеными замечено, что здоровые ткани растений не содержат бактерий и являются недоступным питательным материалом для большинства бактерий. Умертвим растительные ткани, и они сделаются достоянием тех же бактерий. Один ученый обратил внимание на то, что если корни люцерны повреждены морозом, то они поражаются теми микроорганизмами, которые у живой, здоровой люцерны не встречаются.

Особенно интересно, что различные патогенные для животных бактерии: бактерии сибирской язвы, тифозная палочка, золотистый стафилококк и другие — не способны проникать в растение. Но можно, конечно, ранить растение и ввести в него этих микробов. В таком случае вследствие каких-то хими-

ческих неблагоприятных условий бактерии или погибают, или, оставаясь живыми, не размножаются.

Вводили по 10 миллиграммов культуры туберкулезной палочки человеческого и бычьего типов в стебли и плоды живых растений. Палочки подвергались распаду, а оставшиеся живыми становились менее «злыми», менее вирулентными. Такой опыт был поставлен, между прочим, с зелеными плодами растущего баклажана. Туберкулезные палочки оказывались через 1—2 месяца растворенными и убитыми. В луковицах лука и чеснока этой палочке живется также плохо.

Все новые и новые факты о значении фитонцидов для жизни растений обнаруживаются учеными. Расскажем о прекрасном исследовании сибирского ботаника профессора Томского университета Надежды Николаевны Карташовой. В нашей лаборатории давно установили, что цветы многих растений, лепестки венчика, обладают фитонцидными свойствами. Может быть, этого уже достаточно для защиты таких важных органов, как тычинки и пестики, без которых невозможно размножение растений. Карташова заинтересовалась нектарниками цветов, которые привлекали внимание еще великого Чарлза Дарвина.

В глубине цветков располагаются в виде мелких ямок, бугорков, подушечек, рожков и в другом виде особые железы, выделяющие специальные жидкие и полужидкие сахаристые вещества. Пчелы, бабочки, осы, шмели, мухи, муравьи посещают цветы, лакомятся нектаром, но, чтобы достать его, насекомые должны проникнуть во внутренние части цветка, при этом они неизбежно вымазываются липкой пыльцой, а затем, летая от цветка к цветку, собирая по капелькам нектар, бессознательно вымазывают принесенной пыльцой рыльце пестика, что и обеспечивает оплодотворение растений. Об этой большой роли нектарников знает каждый школьник.

Но оказалось, что нектарники и нектар имеют и другое важное значение, являясь одной из «линий обороны» растения от окружающих его врагов — микробов. Карташова обратила внимание на тот общепризнанный в настоящее время факт, что мед пчел обладает противомикробными целебными свойствами. Чем же обусловлены эти свойства? Можно думать, химическим составом нектара или веществ, которые может ввести пчела в состав нектара при его сборе, а скорее всего и тем, и другим. Вполне логично напрашивалась мысль о фитонцидных свойствах нектара и нектарников. Карташова со студентами Ферри и Перминовой изучала с этой точки зрения 16 видов растений. Здесь были и лютик, и роза, и примула, и орхидея, и многие другие.

Смешаем каплю нектара с каплей воды, содержащей одноклеточные организмы. Они погибают иногда поразительно быстро: от нектара растения, называемого эритрина криста, ин-

фузории погибают почти мгновенно, нектар льнянки (линария вульгарис) вызывает их смерть через одну-полторы минуты, нектар черной смородины — через пять минут. Не менее действенны и летучие фитонциды нектара. В нескольких случаях уже через две минуты летучие фитонциды нектара и нектарников убивают на расстоянии микроорганизмы. Изучено и бактерицидное действие нектара и нектарников, особенно в отношении стойких, приспособленных ко многим вредным влияниям внешней среды бактерий — в отношении кишечной палочки, живущей в кишечном тракте животных и человека, а также бациллы микоидес.

Почему в ходе эволюции растений выработались такие свойства? Нельзя сомневаться в выводах Карташовой: фитонцидные свойства нектара и нектарников — один из многих факторов естественного иммунитета, предохраняющего органы размножения от бактериальных и грибковых зараз; это одна из «линий обороны» растения.

Что бы ни принесли дальнейшие исследования, совершенно ясно, что нектар играет разнообразную роль. Еще Дарвин думал, что роль нектара нельзя сводить к функции привлечения насекомых. В 1970 году Н. Н. Карташова и С. И. Цытленок показали, например, что летучие вещества нектара влияют на количество прорастающих пыльцевых зерен и на сам процесс прорастания.

Д. Д. Вердеревский и молдавская школа иммунологов

Многие лаборатории и выдающиеся ученые сочли правильной мысль о фитонцидах как важнейшем факторе естественного, природного иммунитета.

Интересной в фитопатологии является школа известного в СССР и в других странах профессора Дмитрия Дмитриевича Вердеревского. Сколько превосходных мыслей и открытий дал он сам и его ученики! Увы! Несвоевременно, полный энергии и страсти к науке, ушел из жизни замечательный борец за здоровье культурных растений.

Основываясь на биологическом учении о фитонцидах, на высказанной мной гипотезе о защитной роли фитонцидов для самих растений, Вердеревский создал фитонцидную теорию иммунитета.

Среди микроорганизмов есть большая группа так называемых сапрофитов. Сапрофитные организмы оправдывают свое название. Слово «сапрофит» составлено из двух: «сапрос», что означает «гнилостный, гнилой», и «фитон» — «растение». Сапрофиты питаются мертвыми органическими веществами, веществами трупов растений и животных, их углеводами, жи-

рами и белками. Кстати сказать, помимо многих бактерий к сапрофитам относятся съедобные грибы.

Есть среди сапрофитов, однако, и такие, которые могут не только питаться мертвыми органическими веществами, но и нападать на живые (главным образом ослабленные) растения и вызывать у них заболевания. Это уже, образно говоря, агрессоры, но у одних «агрессивные замашки» — питаться за счет живого — выражены сильно, а у других они лишь намечаются. Наконец, в ходе эволюции появились и, так сказать, чистые, совершенно обязательные паразиты, которые могут вести только паразитический образ жизни и абсолютно неспособны питаться сапрофитно.

Вердеревский, изучая различные особенности сапрофитов и паразитов, доказывает, что всем растительным организмам свойствен естественный, природный иммунитет. В основе его лежит продуцирование фитонцидов. Иммунитет этот не специфический, иначе сказать, он направлен не против того или иного гриба. Защитные свойства фитонцидов предохраняют живые ткани растений от огромного количества сапрофитных, гнилостных микроорганизмов, легко нападающих, однако, на трупы этих организмов или на отдельные отмершие участки их тела.

Сапрофитные микроорганизмы в ходе эволюции становились в той или иной мере патогенными, начинали паразитировать. Но как это происходило? Казалось бы, проще всего предполагать, что отдельные виды сапрофитных микроорганизмов из всеядных (то есть из тех, которые могли питаться веществами трупов многих растений) становились любителями поесть особо изысканную пищу. Такие микроорганизмы приобрели узкую специализацию в питании. Существуют, например, молочнокислые или уксуснокислые бактерии, живущие в строго определенной среде. Вот такие специализировавшиеся микробы, приспособленные к питанию веществами именно данного растения, и стали для него паразитами, вызывающими болезнь.

Несмотря на кажущуюся убедительность этих рассуждений, в них заложена лишь часть истины. Конечно, чтобы безобидный сапрофит — бактерия или гриб — получил возможность нападать на то или иное растение, вещества этого растения должны быть пригодными для «агрессора». Но каким образом сапрофит превратился в паразита и стал болезнетворным для данного растения? Такое превращение нельзя понять без выяснения путей преодоления микроорганизмами защитных средств естественного неспецифического иммунитета растения-хозяина, то есть прежде всего преодоления убийственного действия фитонцидов. Микроб должен привыкнуть к фитонцидам. Но это означает, что в ходе совместной, сопряженной эволюции паразита-микроба и растения-хозяина изме-

нялись многие биохимические процессы и у паразита, и у хозяина.

Развитие могло совершиться, к примеру, так, что, изменяясь химически, фитонциды (антибиотики) микробов нейтрализовали вредное действие фитонцидов растения-хозяина. В долгой химической борьбе растения и приспосабливающегося к нему паразита фитонциды паразита стали подходить к фитонцидам хозяина, как ключ к замку. Ключ, как известно, не мешает замку. Могут быть случаи, когда в ходе долгой сопряженной эволюции фитонциды растения не только перестали быть ядами для приспосабливающегося к растению паразита, но и оказались очень удобной пищей для него.

В произведениях Вердеревского содержится много обоснованных фактов и мыслей о превращении сапрофитов в паразиты. Интересующиеся могут прочесть, например, книгу Вердеревского «Иммунитет растений к паразитарным болезням», выпущенную еще в 1959 году. В книге доказывается, что проникать в ткани растений, в протоплазму их клеток могут лишь те паразиты, которые в ходе эволюции приспособились, привыкли к фитонцидам восприимчивого к заболеванию растения, а фитонциды иммунных сортов и видов растений являются ядами для паразитов. Из поколения в поколение в ходе эволюции растений идет, так сказать, стихийная борьба, состязание между фитонцидами высших растений и фитонцидами (антибиотиками) грибков и бактерий, ставших для этих растений паразитами или могущих стать таковыми. Фитонциды хозяина совершенствуются на убийстве своих паразитов, но и бактерии и грибки могут совершенствоваться на выделении ими фитонцидов, парализующих действие тканей хозяина. Эта борьба никогда не завершается полной победой или растения, или микропаразита. Да и что означала бы победа?

Представим себе, что болезнетворные грибки и бактерии становятся все «злее» и достигнут такого «совершенства», что смогут полностью тормозить прорастание семян или цветение уже взрослого растения и тем самым не давать возможности своему хозяину производить новое потомство. Такие паразиты-победители очень напоминали бы свинью в басне Крылова, подрывающую корни дуба, желудями которого она питается. Вместе с полной гибелью растений погибали бы и паразиты. На самом деле гораздо сложнее происходит эволюция болезнетворных микробов и растений, в тканях которых они размножаются, вызывая болезни. По-русски «паразит» означает «прихлебатель». Самые злые паразиты не похожи на свинью баснописца, они не роют себе могилу, а оказываются столь приспособившимися к своему хозяину, что находят в его тканях и питание, и место обитания. Это не означает, что прихлебатель совершенно не дает растениям возможности размножаться, что он губит абсолютно все растения определенного

сорта или вида. Нет ни одного вида или сорта, все растения которого имели бы совершенно одинаковые защитные свойства.

Поражается ли хлопчатник гоммозом, развивается ли парша яблони или болезненная курчавость листьев персика, заболевает ли пузырчатой головней кукуруза или пыльной головней ячмень — все это стоит в прямой зависимости от количества и качества фитонцидов. Нельзя ли выбирать для посевов семена растений с самыми мощными фитонцидами?

Вердеревский со своими учениками и создает новое, действенное направление в науке о болезнях растений и о способах их лечения.

«Опыт показывает,— говорит Вердеревский,— что при наличии достаточно большого количества растений, даже в условиях очень сильного развития болезни, почти никогда не наблюдается 100 процентов поражения растений данного сорта. Тщательная проверка иммунности уцелевших от заболеваний растений позволяет выявить действительно иммунные экземпляры и использовать их для искусственного отбора иммунных форм... До настоящего времени для селекции иммунных сортов в качестве исходного материала использовались в основном только естественно возникшие „по милости природы" иммунные к болезням формы растений. Это направление работ дало и дает много ценного для сельскохозяйственной практики. Таким путем, например, И. В. Мичурин вывел свои сферотекоустойчивые сорта крыжовника. Этим же путем выведены фитофтороустойчивые сорта картофеля, сорта табака, невосприимчивые к мучнистой росе, сорта помидоров, стойкие к бактериальному раку, и др. Использование, однако, только естественно возникших в природе и часто диких видов и разновидностей растений крайне сужает возможности селекции вследствие однообразия исходных иммунных к болезням образцов растений. Кроме того, большие трудности для селекционеров вызывает частое сочетание у таких растений иммунности со свойствами дикости, обычно крайне консервативными и поэтому стойко передающимися по наследству. Необходимо максимально использовать подобные созданные природой иммунные формы растений и применять мичуринские методы направленного воспитания гибридных сеянцев. В то же время совершенно необходимо добиться широкого развертывания работ по „переделке природы" существующих культурных растений путем искусственного формирования новых, до сих пор не существовавших иммунных образцов растений»[1].

В этих словах слышатся убежденность и научная страсть ученого. Ученики и последователи Вердеревского настойчиво

---

[1] Вердеревский Д. Д. Об иммунитете растений к паразитарным заболеваниям.— В кн.: Сборник трудов Молдавской станции Всесоюзного института защиты растений. Кишинев, 1957, вып. 2.

трудились над выведением растений, стойких к болезням. Н. Н. Найденова пыталась найти управу на вредного грибка, вызывающего заболевание винограда,— мильдью.

По какому же пути шла в своих поисках Найденова? Она следует указаниям Вердеревского и завету создателя науки по борьбе с болезнями растений в нашей стране А. А. Ячевского, который говорил: «Мое глубокое убеждение, основанное на более чем двадцатилетнем исследовании грибных заболеваний, что если нам со временем и удастся ограничить или даже совсем стушевать вред, приносимый грибными болезнями, то мы этого достигнем не иначе, как путем строгого подбора устойчивых разновидностей и сортов культурных растений...»

«У нас, к сожалению, и теперь еще полагают,— писал Ячевский в 1910 году,— что вся наука о болезнях растений заключается лишь в опрыскиваниях бордоской жидкостью или каким-либо другим составом... Центр тяжести всей практической фитопатологии лежит именно в устойчивости, и всякие лечебные средства являются лишь как паллиативы и вспомогательные средства борьбы».

Но как подбирать устойчивые сорта растений?

В отличие от селекционеров, занятых скрещиванием растений разных видов, Найденова в разгар сильной эпидемии винограда, когда повреждается большинство особей, находила прекрасно чувствующие себя экземпляры, устойчивые к заболеванию мильдью. И среди животных, да и среди людей, мы не встретим двух совершенно одинаковых особей. При одних и тех же условиях заражения один человек может заболеть и умереть, а другой останется совершенно здоровым. Почему же среди тысяч пораженных мильдью кустов винограда единичные экземпляры оказываются в цветущем состоянии?

Одной из главных особенностей этих растений, «равнодушных» к вредоносному грибку, являются их высокие фитонцидные свойства. Возбудитель мильдью — паразитический грибок — не может проникнуть в глубь тканей устойчивого растения, он неизбежно погибает от фитонцидов. Именно об этом говорят опыты Найденовой. У грибка — возбудителя мильдью есть подвижные споры, подобные тем, какие мы видели у фитофторы. Поместим подвижные споры грибка в только что полученный сок разных экземпляров винограда — устойчивых к болезни и восприимчивых к ней. Мы увидим значительно более быструю гибель спор в соке устойчивых к болезни растений. Так же и летучие фитонциды устойчивых сортов его быстро убивают грибки.

Вердеревский предлагает не забывать главную линию борьбы — создание иммунных сортов: «Вопреки высказываниям Н. И. Вавилова, И. В. Мичурина, основоположников отечественной фитопатологии А. А. Ячевского, Н. Н. Воронихина и других о том, что выведение иммунных сортов должно быть

основным, ведущим направлением в борьбе с болезнями растений, химический метод продолжает занимать главное место в борьбе с заболеваниями растений, а выведение стойких к болезням сортов имеет только частичное применение в практике нашего сельского хозяйства...»

Занимались сотрудники Вердеревского и выведением сортов хлопчатника, стойких в отношении бактерий, вызывающих болезнь, известную под названием гоммоз, виновником которой, как мы уже знаем, является бактерия псевдомонас мальвацеарум.

Что же оказалось? Ученые установили, что единственной особенностью устойчивых к гоммозу сортов хлопчатника являются сильные фитонцидные свойства их тканей: свежий сок из листьев и летучие фитонциды убивают бактерий — виновников гоммоза, а в соке восприимчивых к гоммозу сортов те же бактерии выживают. Если фитонциды тканевых соков стойкого сорта хлопчатника разрушить кипячением, то в них бактерии не погибают. Не менее интересны опыты с летучими фитонцидами (рис. 37).

Разотрем листья хлопчатника и поместим полученную кашу на крышку чашки Петри. В чашке Петри — питательная среда.

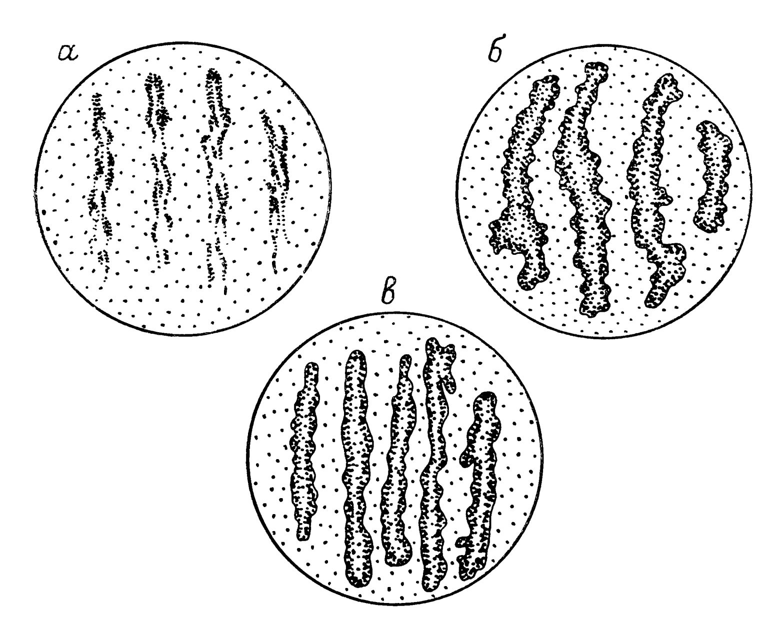


Рис. 37. Сравнительное действие летучих фитонцидов листьев устойчивого (К-2456) и восприимчивого (611-Б) к гоммозу сортов хлопчатника на рост колонии.

а — влияние летучих фитонцидов сорта хлопчатника К-2456, рост колоний подавлен; *б* — воздействие летучих фитонцидов сорта хлопчатника 611-Б, рост колоний нормальный; *в* — контроль.

Посеем на ней бактерий псевдомонас мальвацеарум. Чашки перевернем таким образом, чтобы питательная среда с бактериями находилась наверху, над кашицей из листьев хлопчатника, и подвергалась действию летучих фитонцидов, выделяющихся из этой кашицы. Что же выяснено такими опытами?

Если растительная кашица была получена из сорта, восприимчивого к болезни, то бактерии продолжали превосходно жить, не обнаруживая никаких признаков умирания, а если кашица была получена из листьев устойчивого сорта, то те же бактерии повреждались. Не менее интересно и то, что в разные периоды жизни хлопчатника фитонциды его соков весьма различны. Когда хлопчатник наиболее жизнедеятелен, соки его сильно бактерицидны, а к концу жизни растения, под осень, фитонцидная активность сока резко падает. Смело идя по новому пути, ученые получили стойкие к гоммозу сорта хлопчатника, а также и кукурузу, иммунную к пузырчатой головне.

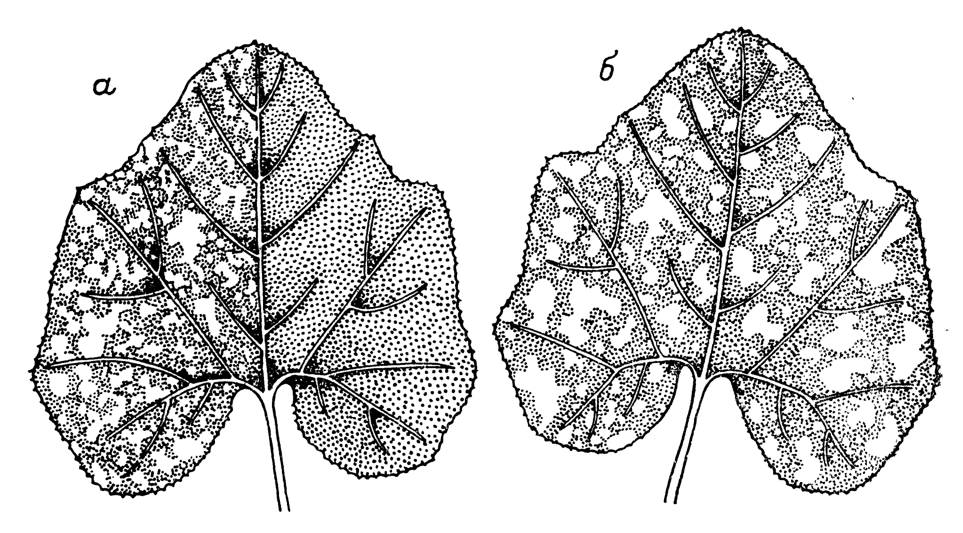


Рис. 38. Сравнительное фитонцидное действие клеточных соков тыквы и арбуза на грибницу возбудителя мучнистой росы тыквы гриба эризифе цихорацеарум.

а — правая половина листа обмыта клеточным соком арбуза, разбавленным водой в соотношении 1:1, фитонцидное действие очевидно — грибница погибла; *б* — правая половина листа обмыта клеточным соком тыквы, разбавленным водой в соотношении 1:1, фитонцидное действие отсутствует — грибница сохраняется живой.

Посмотрим на рис. 38. Это результат одного из интереснейших опытов в лаборатории Вердеревского.

Гриб эризифе цихорацеарум вызывает у тыквенных растений болезнь мучнистую росу. К тыквенным кроме тыквы принадлежат также дыни и арбузы. Гриб этот поражает все тыквенные, но он существует в природе в нескольких формах, приспособленных к определенным тыквенным растениям. Значит,

у разных форм гриба имеются свои специальные приспособления для преодоления губительного действия фитонцидов данных растений.

Неразбавленным и разбавленным соком тыквы, арбуза и дыни обмывали половинки листьев, пораженных мучнистой росой, в то время как вторые половинки каждого листа обмывали чистой водой и они служили контролем в опыте. На рисунке хорошо видно, что фитонциды сока тыквы не убивают гриб, который приспособлен к тыкве, а фитонциды соков других тыквенных для него смертоносны.

Мне хочется выразить здесь свое восхищение выдающейся деятельностью замечательного ученого Д. Д. Вердеревского и всей его школы. Как это часто бывало в истории науки, необычные, подлинно новаторские идеи Вердеревского об иммунитете растений, смелые, оригинальные предложения о защите растений были встречены пессимистически и не раз подвергались нападкам.

Нелегко пришлось школе Вердеревского бороться за свою теорию иммунитета растений, но она победила. Давно бы надо написать для научной молодежи поучительную, полную романтики историю школы Вердеревского!

Приоритет открытия роли фитонцидов в иммунитете растений принадлежит советской науке. Об исследованиях школы Л. В. Метлицкого

В настоящее время трудно найти в какой-либо стране специалиста по болезням растений, который отрицал бы значение фитонцидов в иммунитете растений. Однако далеко не всегда иностранные да и советские ученые называют целебные вещества растений фитонцидами, предпочитая употреблять заимствованное из медицины понятие «антибиотик». Но от этого суть дела не меняется.

Об одном термине, употребляемом вместо обоснованного советской наукой слова «фитонциды», следует сказать особо. Это термин «фитоалексины», возникший в науке после того, как в 1940 году немецкие ученые К. О. Мюллер и Х. Бергер обнаружили в своих опытах, что при заражении части поверхности разрезанного клубня картофеля одной расой грибка фитофторы резко угнетается развитие грибка и другой расы, если им заразить ткани, находящиеся рядом с первым участком. Значит, решили ученые, при внедрении заразного начала клетки и ткани растений синтезируют антимикробиальные вещества, которые они и назвали фитоалексинами («фитон» — растение, «алексо» — защищаю).

В разных странах проведено огромное число исследований о фитоалексинах. В нашей стране имеется превосходный центр

научных исследований в этой области знания — лаборатория иммунитета растений в Институте биохимии имени А. Н. Баха Академии наук СССР. Лабораторией руководит профессор Лев Владимирович Метлицкий. Многое можно рассказать об этой замечательной лаборатории, однако потребовались бы обширные разъяснения по очень специальным вопросам биологической химии. Ограничимся кратким изложением некоторых мыслей и открытий.

Доказано, что в ответ на внедрение болезнетворных микроорганизмов в районе поражения ими клеток и в соседних с пораженными клетках образуются защитники растения — фитоалексины. Они быстро накапливаются и останавливают распространение болезнетворного микроорганизма. Изучена химическая природа уже более пятнадцати фитоалексинов. Особенно с большим успехом изучены в лаборатории Метлицкого фитоалексины картофеля, возникающие при внедрении в его ткани фитофторного грибка.

У каждого вида растений имеются свои фитоалексины. При внедрении инфекции образуется не один фитоалексин, а сразу несколько, разного химического строения. Так, при внедрении в ткани картофеля фитофторного грибка появляются открытые и изученные лабораторией Метлицкого фитоалексин, названный любимином, и другой, названный ришитином; вероятно, возникают и иные. Это дает возможность растению защищаться не только от одного какого-либо патогенного микроорганизма, но и от самых разнообразных. Вероятно, что из десятков тысяч паразитических грибков лишь немногие приспособились к данному виду растения, стали болезнетворными для него[1].

Читателю ясно, конечно, что термин «фитоалексины» не должен противопоставляться термину «фитонциды» и рассматриваться как нечто принципиально иное. Читатель помнит, что исследователи фитонцидов обнаружили вспышку продуцирования фитонцидов при ранении растений, а «ранение» происходит не только при грубом механическом повреждении тканей, но и при внедрении в ткани растений микроорганизмов. Вспомним, например, опыты В. Г. Граменицкой: если заражать здоровое растение — луковицы лука бактерией каратоворум, или листья помидора вирусом, или листья тополя грибком,— растение отвечает на это бурным образованием фитонцидов. В полтора-два раза быстрее убиваются дизентерийные палочки фитонцидами раненого листа черемухи.

Совершенно очевидно, что никакой принципиальной разницы между фитонцидами и фитоалексинами нет. Фитоалексины — разновидность фитонцидов. Этим нисколько не опорочиваются

---

[1] Интересующиеся фитоалексинами могут обратиться к книгам и статьям, в частности к статье «Самооборона растений» в журнале «Наука и жизнь» (1978, № 11) и к книге Л. В. Метлицкого «Фитоиммунитет. Молекулярные механизмы» (М., 1976).

превосходные исследования по фитоалексинам. Более того, их надо приветствовать, особенно если ботаникам вместе с химиками удается выделять в химически чистом виде фитоалексины, являющиеся, вероятно, одним из компонентов фитонцидного комплекса веществ, названного ботаником Б. М. Козо-Полянским «первой линией обороны» растения. Так выделены защитные вещества из тканей батата, клубней орхидеи, корней моркови, гороха, красного клевера и других растений.

Все эти данные о фитоалексинах умножают богатство фактов о фитонцидах. Сделаем, однако, оговорку: еще много неясных вопросов предстоит разрешить исследователям фитонцидов и фитоалексинов.

Читатель уже знает, что при ранении растений может происходить продуцирование летучих фракций фитонцидов, имеющих очень короткую «химическую жизнь»,— уже в первые секунды выделившиеся вещества могут изменяться, например, под влиянием кислорода воздуха. Возникла сложная химическая задача: выяснить состав таких короткоживущих фитонцидов в особых условиях, например не допуская соприкосновения их с атмосферным кислородом. Но эти опыты нужны, так как, наверное, окажется, что и короткоживущие эфемерные химические вещества могут играть большую роль в защите растений.

Сколько доказательств серьезности такой гипотезы можно привести! Сколь, например, велико действие на организмы ничтожно малых количеств витаминов, гормонов и других изученных биологами веществ.

Особенно наглядным примером являются так называемые простагландины. Эти вещества вырабатываются у человека в легких, почках, коже, половых и других органах. Выясняется их значение в жизни организма в связи с деятельностью нервной системы и желез внутренней секреции. Вещества эти образуются в организме в ничтожных количествах — в миллионных долях грамма — и, по-видимому, только тогда, когда в них возникает жизненная необходимость. Живут такие вещества лишь несколько секунд!

Есть над чем подумать и иммунологам растений: вероятно, нам неизвестен еще ряд интереснейших защитных для растений веществ, возникающих в ничтожно малых количествах, живущих секунды или доли секунды, но выполняющих огромную роль в защите растений.

Фитонциды и защита растений от болезней

Нельзя ли использовать фитонциды в борьбе с болезнями самих растений? Каковы пути исследований в этой области?

Мало надежд получить из чеснока фитонциды, действенные против грибков и чесночной бактерии, приспособленных в ходе эволюции к чесноку. Если искать фитонциды для борьбы с за-

разными болезнями, например, черной смородины, то рискованно задерживать свое внимание на фитонцидах этого или родственного растения, хотя они и обладают интересными микробоубивающими свойствами. С полной гарантией, однако, исследователь найдет мощные фитонциды, убивающие болезнетворных для черной смородины микробов, среди растений, далеких в биологическом смысле от смородины, среди фитонцидов отдаленных семейств.

Вспомним, что фитонциды лука убивают туберкулезную палочку, но не убивают гораздо менее стойкую болезнетворную для самого лука микрофлору, приспособившуюся к нему в продолжение многих веков.

С этой точки зрения, может быть, удастся найти у животных противомикробные вещества, гораздо более эффективные для борьбы с болезнетворными для растений микробами, чем фитонциды: к тканям червей, моллюсков, насекомых не приспособились бактерии и грибки, являющиеся паразитами какого-либо растения.

Очень интересную и важную для практики работу провели ботаники-микробиологи Ф. В. Хетагурова и В. Г. Граменицкая. Хетагурова обратила внимание на то обстоятельство, что на здоровом растении встречаются только те виды бактерий, которые являются паразитами именно для данного вида растения. На корнях свеклы, репы и клубнях картофеля встречаются возбудители гнили — бактерии каратоворум и ароидеа, но вы не увидите их, например, на пшенице, и корни пшеницы не подвергаются разрушению этими бактериями. Хетагурова установила далее приспособленность определенных бактерий к определенным частям растений.

Исследования доказали мощное бактерицидное действие и тормозящее рост и размножение влияние фитонцидов чеснока, лука, сосны и цитрусовых на многих болезнетворных для растений бактерий. Их противомикробная сущность оказалась не меньшей, чем такого яда, как сулема.

Нас должны заинтересовать некоторые подробности новаторской работы Хетагуровой. Бактерии, являющиеся постоянными обитателями зеленых, надземных, частей растений, оказались более стойкими к летучим фитонцидам, чем бактерии, характерные для подземных частей. Трудно не согласиться и с таким выводом Хетагуровой: находясь постоянно на поверхности зеленых частей растений, определенные бактерии эволюционно приспособились не только к освещенности солнцем, но и к частым соприкосновениям с летучими фракциями фитонцидов растений.

Исключительный интерес представляют опыты Хетагуровой и Граменицкой, проведенные на бактерии цитрипутеале, которая вызывает болезнь цитрусовых и других растений. Испытано действие летучих фитонцидов разных органов черемухи, ду-

ба, лавровишни, сосны, лиственницы, и во всех случаях обнаружена большая или меньшая бактерицидная мощность. Самое главное, однако, заключается не в этом. Из больных плодов и листьев лимонного и мандаринового деревьев, из сирени, левкоя и канны извлекли бактерий, вызывающих заболевание цитрусовых. Действуют ли летучие фитонциды цитрусовых на этих бактерий? Да, но, конечно, слабее, чем на бактерий, не приспособленных к лимону, апельсину или мандарину.

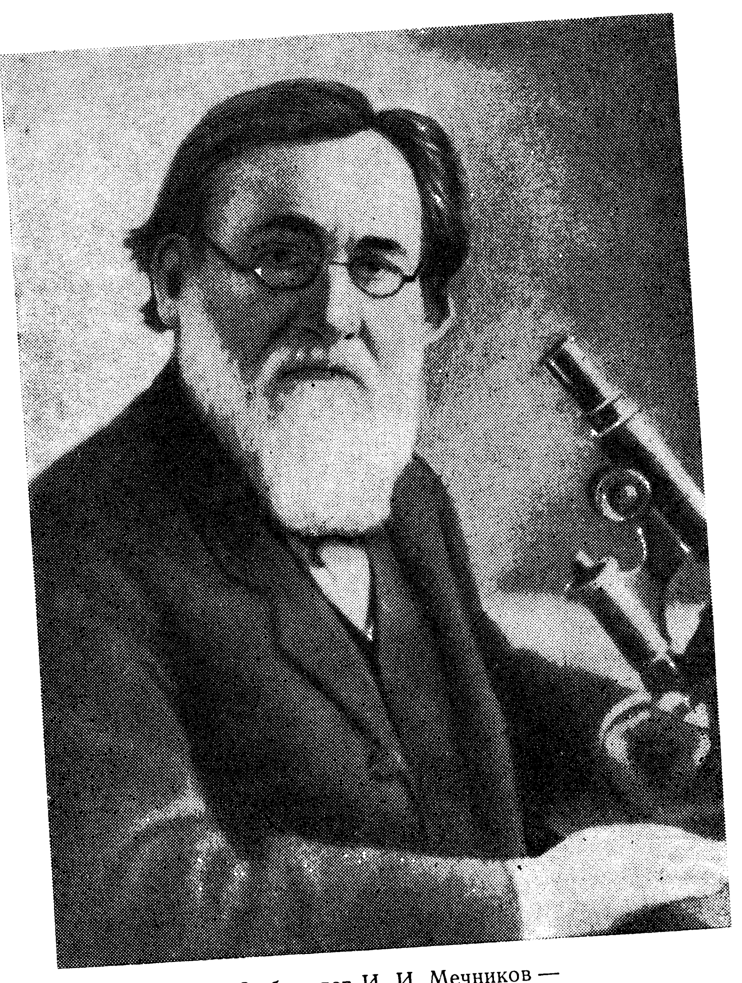
Всегда ли ткани цитрусовых растений содержат и выделяют много мощных фитонцидов? В любое ли время года? Обычно цитрусовые заражаются только в последний период зимы и в начале весны. К концу весны и началу лета заразная болезнь прекращается. В ходе болезни поражаются черешки и листья, их ткани буреют и чернеют; в холодную погоду болезнь распространяется быстро, а во время жары прекращается. В природной обстановке и при искусственном заражении в летние месяцы ни на листьях, ни на плодах, ни на ветвях заразная болезнь не возникает. Это очень странно. Дело в том, что наилучшей температурой для бактерий цитрипутеале в опытах вне организма (в чашках, на питательной среде) считается 26 градусов Цельсия, то есть такая, какой не бывает в холодные и влажные периоды года: в конце зимы — начале весны.

По-видимому, в этом явлении играет роль неодинаковая продукция фитонцидов в разные периоды года. Летом листья цитрусовых при их ранении выделяют много летучих фитонцидов большой мощности. Бактерии цитрипутеале всех исследованных сортов убивались этими фитонцидами в течение нескольких минут, самое большее в течение часа. Попробовали действие летучих фитонцидов листьев и тканевых соков в феврале. Даже через 10—12 часов было трудно добиться гибели тех же бактерий!

Как же в свете этих данных не сделать заключения о том, что естественное, в природных условиях происходящее заражение совпадает со временем наименьшей фитонцидной деятельности цитрусовых, с периодом наименьшего выделения фитонцидов! Такой вывод и сделали исследователи.

Ни одно растение на земном шаре не живет обособленно от микроорганизмов. У каждого есть свои враги из мира микроорганизмов, а может быть, и друзья. На листьях, на стеблях, на корнях всегда имеются «жильцы» — те или иные бактерии или грибы. Какую роль играют фитонциды во взаимоотношениях растений и микроорганизмов? Эти взаимоотношения возникают с момента набухания семян и продолжаются до конца жизни растения.

Совершенно неясных вопросов больше, чем немного выясненных. Широко и талантливо ставила их известный ленинградский ученый Фатима Васильевна Хетагурова. Мне хочется, чтобы тысячи и тысячи советских граждан знали о прекрасном



Эмбриолог И. И. Мечников —
один из основателей современной медицины
(1845—1916)



Член-корреспондент Академии наук СССР
Б. М. Козо-Полянский



Академик Академии наук СССР
и Академии медицинских наук
СССР
гистолог А. А. Заварзин



Микробиолог
академик Академии наук
УССР
В. Г. Дроботько

ученом. Можно не сомневаться в том, что научное наследие, оставленное ею, будет подхвачено молодыми учеными.

Фатима Васильевна Хетагурова — талантливая дочь осетинского народа. Она ушла из жизни в расцвете своего таланта. Ее имя знают биологи нашей страны, особенно фитопатологи — защитники растений от бактериальных заболеваний. Ее докторская диссертация (1950 год) была посвящена борьбе с фитопатогенными бактериями. 60 интересных исследований опубликовала она! Она покоряла всех своим умом, скромностью, любовью к людям, доброжелательностью, приветливостью.

Но пойдем дальше. Есть странички в работах И. В. Мичурина, которые не стали еще предметом пристального внимания ученых, но которые указывают новые пути практике. Вот одна из таких ярких работ, имеющая прямое отношение к химической защите растений, к проблеме фитонцидов и к вопросам использования химических веществ одних растений для борьбы с организмами, болезнетворными для других растений,— это статья «Новое средство против ржавчины роз».

Вследствие нападения на розы ржавчины любитель вынужден терять из своей коллекции иногда самые лучшие экземпляры. «Мне лично,— писал Мичурин,— пришлось видеть в большом питомнике уничтожение целых гряд роз, зараженных этой болезнью, борьба с которой чрезвычайно трудна; в иные годы уберечь розы от массового заражения ржавчиной почти нет возможности, так как ржавчина появляется как-то вдруг, без видимых причин и зачастую сразу на десятках и даже сотнях экземпляров роз. При этом поражаются иногда сперва листья, а затем болезнь уже переходит на ветви и штамбы. Иногда же только исключительно поражаются одни штамбы и главные побеги близ корневой шейки.

Болезнь заключается в том, что на нижней стороне листьев, на почках, на ветвях и, наконец, на главных побегах появляются группы мучнистых желто-оранжевых пятен, состоящих из спор паразитного грибка, питающихся соками растения, нарушая этим функции деятельности пораженных частей растения. Вследствие этого листья отпадают и засыхают целые ветви, и если поражается главный ствол у корней шейки, то погибает весь куст.

...И вот, изыскивая способы и средства борьбы с этим злом, я обратил внимание на быстро сохнущий, горький, молочный сок обыкновенно везде в изобилии растущей сорной травы молокана...

Первые же опыты лечения этим соком заболевших ржавчиной роз дали прекрасные результаты. Последующие работы выяснили выдающуюся пригодность к полному и притом без вреда для растения излечению ржавчины роз.

При лечении роз от ржавчины я поступаю следующим образом: отламываю часть стебля молокана и концом с выступив-

шей каплей молочного сока натираю пораженное ржавчиной место на ветви или штамбе, захватывая несколько и здоровые части. Это повторяю два и редко три раза через день. Если же болезнь появилась на большом количестве экземпляров, то берется лейка с водой и стебли молокана отламываются, начиная с верхушки растения, частями в вершок длины и, предварительно дав время еще на воздухе выступить молочной капле, опускаются в лейку с водой, в которой обмывается молочный сок, а трава выбрасывается. Это повторяется до тех пор, пока вода окрасится в цвет снятого молока. Затем этим раствором, лучше всего при помощи маленькой зубной щетки, а за неимением последней — жесткой кисточкой из мочалы, натирают больные ржавчиной места. Если же поражены листья или очень мелкие веточки, то они опрыскиваются раствором при помощи ручного спрыска, причем в таких случаях раствор должно делать несколько гуще. Через сутки все это повторяется еще в другой раз; к третьему приему приходится прибегать редко, так как болезнь обыкновенно после второго применения этого средства останавливается и исчезает» [1].

Помимо молокана (иначе называемого латуком) использовалось и другое растение — осот.

Разными путями можно идти в новаторских поисках применения фитонцидов в борьбе с болезнями растений, в частности с ржавчиной. Так, один ученый использовал фитонциды лука против ржавчины шиповника. Он натирал листья, пораженные ржавчиной, два-три раза в день соком лука и утверждает, что через два дня заболевание было ликвидировано.

Нельзя ли применить фитонциды для протравливания семян, для обеззараживания их от грибов и бактерий? Новаторы пытались сделать это. Особенно успешно использовали фитонциды лука и хрена для протравливания семян ячменя в целях борьбы с головней, семян хлопчатника и других растений. Утверждают, что ржавчинные грибы, приносящие огромный вред сельскому хозяйству, сравнительно легко убиваются фитонцидами.

Р. М. Галачьян доказала, что протравливание семян помидоров фитонцидами чеснока и лука против бактериального рака значительно снижает заболевание помидоров в поле. О. А. Кротова и И. А. Маленкина обрабатывали плоды помидоров водно-луковым раствором. Лежкость их повышалась в два раза, и снижался процент бактериальной и грибной гнили плодов.

Обширную работу провела микробиолог профессор К. И. Бельтюкова в Киеве. Более 20 лет занималась она использованием антибактериальных веществ высших растений в борьбе с бактериозами, то есть с болезнями растений, вызываемыми бактериями.

---

[1] Мичурин И. В. Соч. М., 1948, т. IV, с. 32 и 34.

Приведем один пример из работ Бельтюковой. Болезнь овса бактериальный ожог вызывается размножением бактерии псевдомонас коронафасиенс. В опытах точно обнаружено, что степень устойчивости того или иного сорта овса в отношении этой болезни определяется именно фитонцидными свойствами тканевых соков: чем более энергично убивает тканевый сок бактерию, тем устойчивее сорт в отношении бактериального ожога.

В тысячах экспериментов она изучила противомикробное действие на различных болезнетворных для растений бактерий фитонцидных веществ из конопли, чистотела, кубышки желтой, копытня, очитка едкого, молочая, дрока, белладонны, чеснока и лука. Некоторые вещества, например из кубышки желтой, подавляют рост вредных для растений бактерий, если их разводить даже в миллионы раз!

Киевлянка Д. М. Богопольская в 1964 году обнаружила, что фитонциды тканевого сока конопли подавляют жизнь бактерии ксантомонас фазеоли — возбудителя болезни бурая пятнистость фасоли. Антибактериальное действие сока конопли сказывается уже через три минуты. Эта бактерия приспособилась к фасоли и ее фитонцидам, стала патогенной, а фитонциды конопли убивают ее. Между рядами конопли была посеяна фасоль. Листья фасоли были искусственно заражены бактериями ксантомонас фазеоли. Заболевание фасоли вызвать не удалось, так как конопля на расстоянии убивает своими фитонцидами эту бактерию.

К. И. Бельтюкова напоминает, что коноплю еще с давних времен высевали около свекловичных плантаций для защиты от земляных блох, ее добавляли в посевы гороха для борьбы с гороховой тлей. Утверждают, что посев конопли или внесенная в почву конопля способствуют очищению почвы от личинок майского жука.

Бельтюкова попыталась в полевых условиях использовать препарат, состоящий из веществ, близких по своей химической природе к тем, которые находятся в чесноке. Речь идет о так называемых аналогах псевдоаллицина. Эти жидкие вещества имеют маслоподобную консистенцию и своим неприятным запахом напоминают чеснок и лук.

Убедившись в опытах, что вещества эти убивают многих бактерий, вызывающих болезни растений, Бельтюкова поставила полевые многократные эксперименты с обработкой ими семян различных сельскохозяйственных культур: клевера, люцерны, ячменя, капусты, огурцов, помидоров, арбузов, фасоли и гороха. В некоторых, но не во всех случаях наблюдалось повышение всхожести семян, увеличение размеров проростков и их веса и уменьшение количества заболевших растений.

Веществами, которые называются «препарат № 152» и «препарат № 174», обрабатывались перед посевом семена ячменя и пшеницы яровой в лабораторных опытах и в полевых услови-

ях. Прорастание семян было явно стимулировано. Положительное влияние предпосевной обработки семян было заметно на глаз. Растения на опытном поле были крупнее и выше, с более развитым колосом, содержащим большее количество семян. Растения были здоровые, тогда как 1,9 процента контрольных растений оказались пораженными головней. Неплохие итоги опытов!

Положительные результаты были получены и в опытах с предпосевной обработкой фитонцидными препаратами семян капусты и помидоров. Использовался аренарин — фитонцид из бессмертника песчаного. Академик В. Г. Дроботько пишет, что применение аренарина на Украине может дать прирост урожая за год на сумму около 11 миллионов рублей!

Расскажем подробнее о некоторых опытах К. И. Бельтюковой, в которых участвовали М. Д. Куликовская, М. С. Матышевская, Р. И. Гвоздяк и другие украинские ученые.

Было испытано около 30 фитонцидных препаратов. Среди них иманин, полученный из зверобоя пронзеннолистного, а также другой препарат из того же растения — новоиманин. Особенно много опытов провели с препаратом аренарином, полученным из бессмертника песчаного. Аренарин подавляет рост многих микробов.

Весьма чувствительны к нему оказались коринебактерии — возбудители болезни, называемой бактериальным раком помидоров. Даже в разведении 1:1 000 000 препарат подавляет жизнь этих бактерий.

Но дело не только в его антимикробных свойствах. Аренарин с полным правом можно отнести к числу таких фитонцидных препаратов, которые стимулируют рост и развитие растений. Семян, обработанных аренарином, прорастает уже на вторые сутки после посева в 3—4 раза больше, чем в контроле. Учет густоты стояния помидора в рассаде и в открытом грунте показал, что количество растений увеличивалось по сравнению с контролем иногда в полтора-два раза. Ускорялось прохождение фаз роста и развития помидоров, а тем самым и наступление первого сбора. Количество плодов при первых сборах намного превышало количество плодов с растений, выращенных из семян, не обработанных аренарином.

Предпосевная обработка семян помидоров аренарином повышает урожай плодов в среднем на 10—20 процентов, а иногда и до 72 процентов. В результате предпосевной обработки семян аренарином снижается количество растений, пораженных бактериальным раком, черной бактериальной пятнистостью, мокрой, вершинной и иными гнилями, а также вирусными болезнями — мозаикой, столбуром и бронзовостью помидоров.

Успешно применялся аренарин и в опытах на клевере, люцерне, фасоли, сахарной свекле, кукурузе, пшенице и ржи. Ин-

тересующиеся могут прочесть обо всех подробностях в книге об аренарине, выпущенной в Киеве в 1963 году.

Мы уже знаем, сколь изумительны бактерицидные и противогрибковые фитонцидные свойства горчицы. И. Ю. Славенас протравливал фитонцидами сарептской горчицы семена проса, зараженные спорами пыльной головни, вызываемой вредной деятельностью грибка устилляго. Фитонциды горчицы убивают споры этого грибка, и предпосевная обработка зерен проса летучими фитонцидами горчицы может повысить урожай зерна более чем в три раза.

Как видим, проведены интересные исследования по использованию фитонцидов для предпосевной обработки семян, и все же хочется пожелать растениеводам большей смелости мысли и действия в этом направлении.

Мы говорили о помощи семенам фитонцидами других растений. Можно думать, однако, что семена всех растений должны обладать фитонцидными и другими защитными свойствами, так что иногда достаточно оказать им небольшую помощь, чтобы они сами преодолевали ужасные напасти, которые их поджидают при прорастании, особенно в виде возможно враждебных микроорганизмов. Мы уже писали об открытии Н. В. Новотельнова, доказавшего, что зерна злаковых, прорастая, выделяют в окружающую среду антимикробные фитонциды.

Надо присоединиться к высказываниям ученых о том, что микроорганизмы разрушали бы в почве бо́льшую часть семян, не прорастающих достаточно быстро, если бы эти семена не обладали фитонцидными свойствами. Э. Райс, знаток взаимных отношений растений на основе выделения ими фитонцидов, пишет: «Семена многих растений по нескольку лет покоятся в почве, даже в областях с влажным и очень влажным климатом. Трудно себе представить, чтобы семена могли сохраниться в таком климате даже два года, если бы они не содержали антимикробных агентов» [1].

Имеется много фактов в пользу этого утверждения. Доказано, например, что в кожуре семян горчицы находятся антимикробные вещества. Семена капусты содержат вещества, подавляющие рост микроорганизмов.

Засеем взвесью бактерий чашку с питательной твердой средой. Погрузим в нее наполовину семена или плоды тех или иных растений. Появятся ли зоны подавления роста бактерий вокруг семян и плодов? Такие опыты проведены на многих бактериях — обитателях почвы и могущих паразитировать на растениях. В них обнаружены антибактериальные вещества семян и плодов у 52 видов растений — представителей 19 растительных семейств. Фитонцидными свойствами обладают семена благородного тиса, кедра ливанского, сосны крымской, оливко-

[1] Райс Э. Аллелопатия. М., 1978, с. 197.

вого дерева, лавра благородного, фисташки, миндаля, гранатового дерева, пастушьей сумки, гулявника лекарственного, барбариса, ноготков лекарственных.

Совершенно очевидно, что прорастающие семена обладают фитонцидными свойствами.

Остановимся на болезни картофеля, вызываемой картофельным грибком фитофторой. Мы уже писали об этой болезни. Слово «фитофтора» по-русски означает «убивающие растения». Название очень подходящее. Фитофторный грибок может производить сильные опустошения картофельных полей и приносить неисчислимый вред. Этот паразит хорошо приспособился к фитонцидам картофеля и может безнаказанно развиваться на картофельной ботве. Заболевание обнаруживается в конце лета, к осени. На листьях появляются темные маслянистые пятна. На пораженных листьях возникает пушистый мицелий с конидиями. Болезнь распространяется, листья вянут, чернеют и погибают (рис. 39, *а*, *б*). Поражаются и стебли, и клубни.



Рис. 39. Фитофтора у картофеля.

а — здоровый лист; *б* — лист, пораженный фитофторой; *в* — конидиеносец, или спорангиеносец, видны шарообразные зооспорангии, или конидии, где образуются споры.

Очень быстро на конидиях образуются вздутия, зооспорангии, в которых развиваются подвижные воспроизводительные клетки — споры (рис. 39, *в*). Один из участков спорангия растворяется, и подвижные споры выплывают наружу. При попадании на подходящую питательную среду — на здоровые листья картофеля или на клубень — споры останавливаются, прорастают и дают начало новому мицелию.

Удалось снять кинофильм о фитофторе. Некоторые кадры из этого фильма мы видим на рис. 40.

Пока не найдено настоящей управы на фитофтору. З. А. Борзова производила опыты в момент выхода зооспор. Одну каплю воды с движущимися зооспорами наносили в углубление стеклянной пластинки. Стекло ставили в чашку Петри, где помещалась растительная кашица. Значит, действовали летучими фитонцидами. Через несколько минут, иногда всего через одну минуту, споры погибали от летучих фитон-

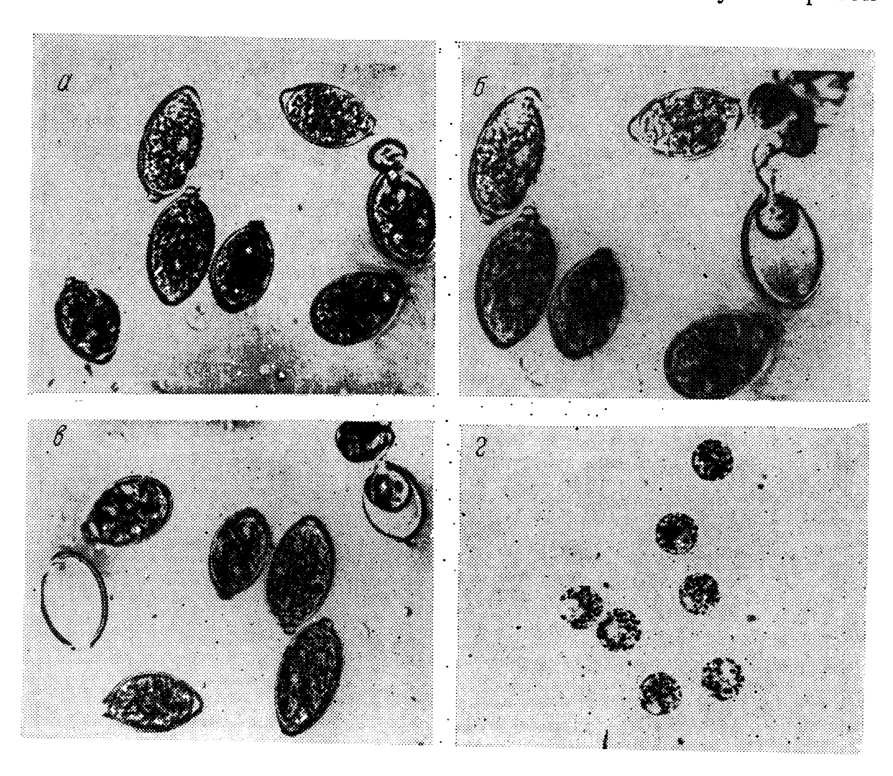


Рис. 40. Выход зооспор из зооспорангиев.

а — в крайнем правом спорангии начался выход подвижных клеток-зооспор; *б* — внутри спорангиев образуются споры; *в* — продолжается выход зооспор; *г* — отдельные споры гриба.

цидов луковиц лука и чеснока, игл пихты, листьев черемухи и цитрусовых. Летучие фитонциды репчатого лука убивают не только споры, но и конидиеносцы, на концах которых находятся спорангии.

Сильно действуют против фитофторы и водные растворы тканевых соков растений. Очень интересно, что водный настой из сухих наружных чешуй лука и чеснока (берется 1 грамм чешуи на 10 кубических сантиметров воды) моментально убивает споры фитофторы. Нет сомнений в том, что настойчивые

исследователи доведут начатое Борзовой дело до конца и используют фитонциды в борьбе с фитофторой.

Борзова — сибирячка. Имя Борзовых хорошо известно не только их землякам — томичам, но и всем садоводам Сибири. Конечно, случайно, но так уж получилось, что опять-таки сибирячка из Томска Нина Андреевна Дубровинская как бы приняла эстафету трудолюбия и энтузиазма в науке из рук Борзовой.

Дубровинскую заинтересовали фитонциды хвойных растений. Работала она не с натуральными фитонцидами, а с изученным химиками отдельным веществом, выделенным из растений, а именно с монометиловым эфиром пиносильвина, полученным из древесины кедрового стланика. Краткости ради будем называть его ММЭП. В его составе содержатся кислород, водород и углерод. Многие бактерии и грибки, в том числе виновники заболеваний кожи человека и других болезней, а также болезней растений, убиваются этим веществом. Дубровинская воспользовалась электронным микроскопом, чтобы изучить, как умирают под влиянием ММЭП знакомые уже нам грибок фитофтора инфестанс и дрожжевые грибки родоторула глютинис, выделенные из листьев черной смородины. Теперь стало ясно, какие же части грибков поражаются прежде всего и каковы последовательные этапы умирания этих грибков. Все подробности работы Дубровинской интересны, но скажем лишь о главном.

На фотографии (рис. 41, *а*) представлена часть нормального грибка родоторула. Снаружи видна оболочка. В центре находится ядро клетки грибка. На снимок попала приблизительно половина ядра. Ядро одето оболочкой. Видны шесть митохондрий. Это очень важные части клетки. Без них не происходит дыхания и запасания энергии для дальнейшей жизни клетки. На фотографии видны изогнутые темные палочки, носящие название эндоцитоплазматического ретикулума — очень сложного устройства. Такова нормальная грибковая клетка.

Если же в питательную среду, на которой растет грибок родоторула, ввести ММЭП, то грибки утрачивают типичное для них строение (рис. 41, *б*). Ядро увеличивается в размере. Оболочка ядра разрыхляется, часто разрывается, как это мы и видим на фотографии, где попали на снимок два грибка, как бы сливающиеся друг с другом.

На третьей фотографии (рис. 41, *в*) хорошо видны измененные формы и размеры митохондрий, а в середине лежит вакуоль — полость с жидкостью. Вместо нормальной сложно устроенной сеточки — эндоцитоплазматического ретикулума — мы наблюдаем, так сказать, анархию — остатки беспорядочно разбросанных палочек. Смерть грибка наступила.

Дубровинской посредством электронного микроскопа удалось узнать, как умирает и гриб фитофтора (рис. 42, *а, б*).

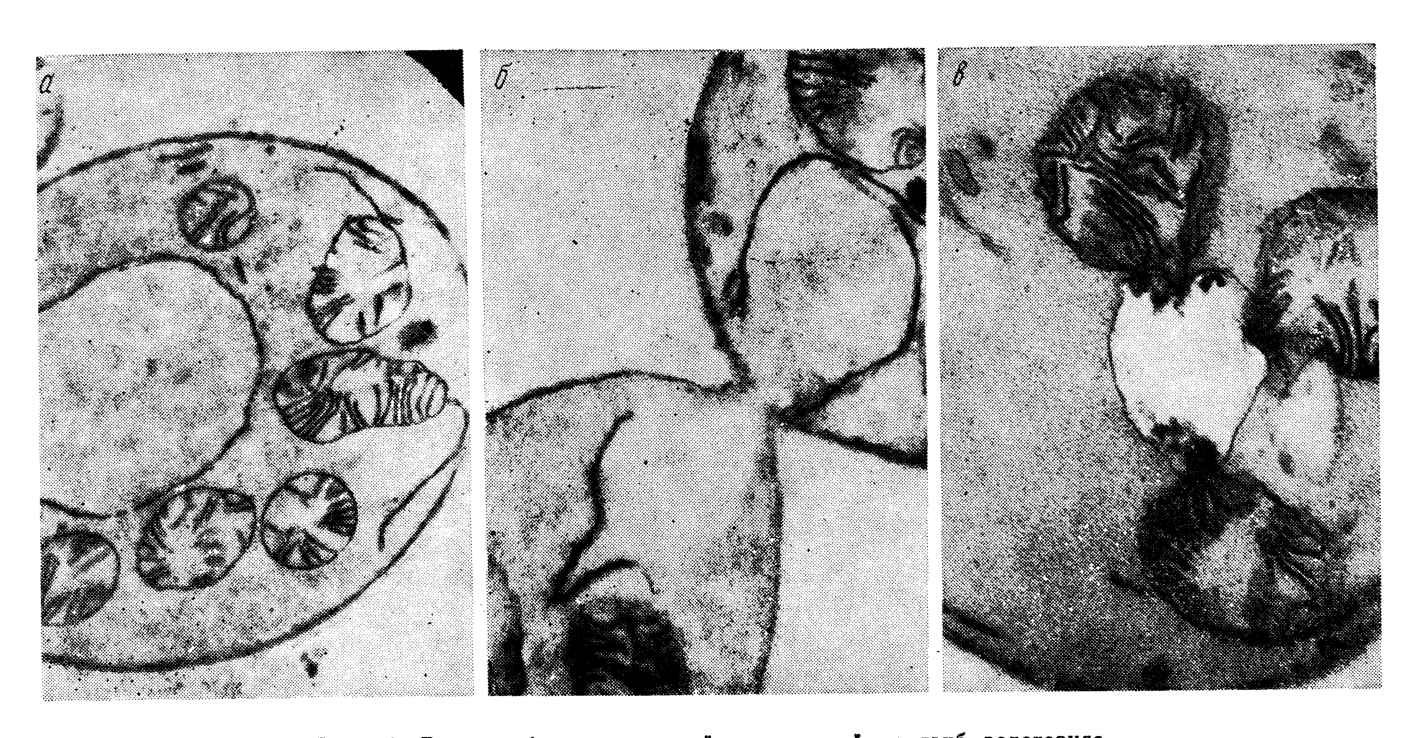


Рис. 41. Влияние фитонцидов хвойных растений на гриб родоторула.
Увеличение 40 000.

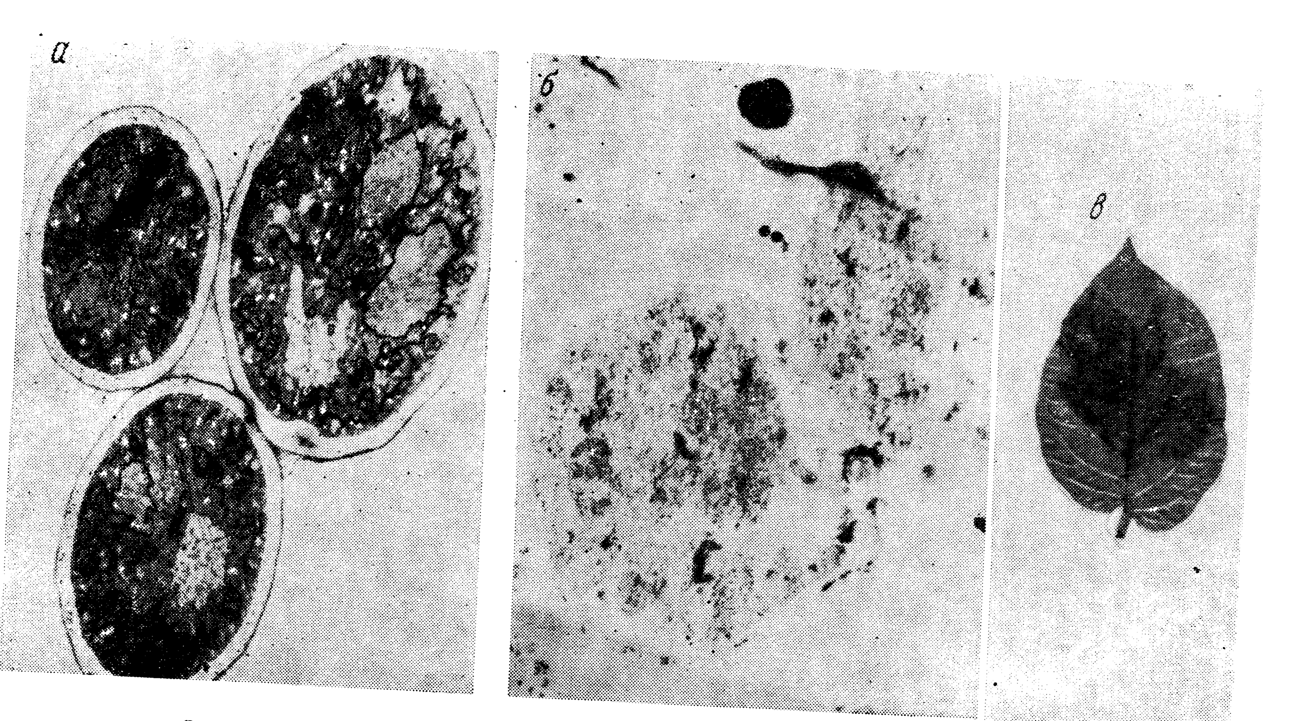


Рис. 42. Влияние фитонцидов хвойных растений на гриб фитофтора инфестанс. Увеличение 40 000.

Присмотримся к рисункам. На рис. 42, *а* представлены нормальные клетки фитофторы. Видны клеточная оболочка, ядра, митохондрии, эндоцитоплазматический ретикулум. А на рис. 42, *б* — убитый фитонцидным препаратом грибок. Картина гибели в общем такая же, как и при умирании грибка родоторула.

Однако действительно ли погиб грибок фитофтора? Может быть, эти изменения обратимы и грибок вернется к жизни? Попробуем заразить зеленый лист картофеля грибком — нанесем на поверхность листа 2—3 капли взвеси клеток грибка. Через двое суток окажется, что контрольные листья (те, на поверхность которых попали капли с грибком, пробывшим до опыта в воде) заболели, о чем свидетельствуют темные пятна и линии (рис. 42, *в*), а опытные листья остались совершенно нормальными, хотя на поверхность их также наносились капли со многими грибковыми клетками, но грибки предварительно обрабатывались препаратом ММЭП. Значит, грибки оказались убитыми этим веществом и не заразили листья.

Жизнь, потребности сельского хозяйства заставляют ученых использовать все достижения нашей науки. Я не специалист в этой области, но, мне кажется, не ошибусь, если скажу: ученые и смелые практики откроют здесь много нового. На моих глазах сотрудник нашей лаборатории В. Г. Граменицкая провела превосходные лабораторные опыты по протравливанию семян хлопчатника.

Есть у хлопчатника страшная болезнь, вызываемая бактерией мальвацеарум. Это гоммоз хлопчатника, поражающий и листья, и стебель, и коробочки, и волокно во все периоды развития растения. Граменицкая в своих опытах сумела прекрасно обеззаразить семена хлопчатника фитонцидами горчицы, хрена и эвкалипта. Эти фитонциды хорошо убивают бактерий, а всхожесть семян остается высокой. Интересующиеся подробностями опытов Граменицкой могут обратиться к литературе, в частности к моей книге «Целебные яды растений», вышедшей в Ленинграде в 1974 году.

Растениеводы вместе с химиками, наверное, получат фитонцидные препараты, «без перебоев» предохраняющие семена тех или иных сельскохозяйственных растений от бактериальных и грибковых заболеваний. Но научная мысль развивается в разных, пожалуй еще более интересных направлениях. Известный ученый академик Академии сельскохозяйственных наук Михаил Семенович Дунин является создателем очень оригинальной теории иммунитета растений, о которой, к сожалению, мы не можем здесь написать подробно. Эта теория, однако, не стоит в противоречии с теорией фитонцидов.

Дунин выдвинул мысль о более надежном использовании фитонцидов в борьбе с болезнями растений, в частности с фитофторой картофеля. Надо повысить способность развивающе-

гося растения противостоять заболеваниям. Как это сделать? Следует вызвать увеличение продуцирования фитонцидов в тканях картофеля изменением внешних условий. Одним из путей, ведущих к накоплению фитонцидов, является светозакалка клубней.

В лаборатории Дунина клубни картофеля подвергались воздействию солнечных лучей при температуре 15—20 градусов Цельсия, в результате чего уже через 3—4 дня в поверхностных слоях клубней накапливалось значительное количество фитонцидов и прорастающий картофель становился более стойким ко многим заболеваниям. Это, конечно, надежнее, чем кратковременно обрабатывать восприимчивые к болезням семена разными антисептиками. Подобные рассуждения можно распространить и на животных и на человека. Здоровый организм со своими мощными силами гораздо лучше противостоит действию заразных начал, чем хилый и ослабленный, которому дают лекарственные вещества.

Невозможно предусмотреть, в каком направлении будет развиваться творческая мысль новаторов сельского хозяйства, желающих поставить фитонциды на службу полезным нам растениям. Среди многих путей мыслим и селекционный. Надо попытаться произвести отбор растений на их фитонцидные и витаминные свойства. Нельзя ли таким путем раз в десять — двадцать усилить и без того превосходные фитонцидные и витаминные свойства тех или иных пищевых растений? А почему бы селекционным путем не создать виды растений, в десятки и сотни раз более стойкие к болезнетворным бактериям и грибкам? Об этом заботился профессор Д. Д. Вердеревский.

Кажется, мы познакомились с достаточным количеством примеров, убеждающих в важности фитонцидов для защиты растения, для его иммунитета. Только еще и еще раз будем помнить, что для защиты растения не обязательны вещества, убивающие бактерий; полезную роль могут сыграть вещества, тормозящие развитие микробов, и фитонциды, «отпугивающие» подвижных микробов, вызывающие явление отрицательного хемотаксиса. Это тем более важно отметить, что к числу основных признаков болезнетворных для растений бактерий относится их подвижность. Считают, что имеется лишь 12 неподвижных видов, а все остальные — подвижные.

Не только у растений вырабатываются химические защитные вещества. И у животных организмов, несмотря на изумительное богатство способов сопротивления паразитам-микробам, образуются интереснейшие химические вещества, важные для иммунитета.

Ставили опыты на коже человека. Наносили на чистую здоровую кожу культуру бактерии, называемую «чудесной палочкой». Точное исследование показало, что уже через 10

минут можно обнаружить только одну десятую часть нанесенных бактерий, а через 20 минут останется на коже всего одна сотая часть бактерий. Наносили кишечных, брюшнотифозных и иных бактерий. Результаты в принципе остались такими же. Не то произойдет, если бактерии попадут на кожу после какой-либо длительной загрязняющей работы.

Чем объяснить все эти явления? Наука точно еще не знает, но очевидно, что их невозможно объяснить лишь тем, что кожа — механическое препятствие для бактерий. Дело не только в том, что кожа — барьер, через который трудно прорасти бактериям или грибкам. Дело в каких-то еще не выясненных химических влияниях.

Скорее всего, результаты неизбежного исчезновения некоторых видов микроорганизмов, оказывающихся на коже человека, следует толковать как действие на них двух «убийц»: не познанных еще антибиотических свойств самой кожи и ... фитонцидных свойств бактерий-антагонистов. Выяснено, что на коже человека могут оказаться многие виды бактерий, но нормально, постоянно, без всякого вреда для человека живут только два вида: так называемые дифтероиды и неболезнетворные стафилококки.

Количество бактерий на коже может быть очень различным. Например, в одном из опытов обнаружили на квадратном сантиметре кожи пальца всего 14 бактерий, а на квадратном сантиметре кожи спины оказалось 100 000 бактерий. У разных людей и в разных условиях количество бактерий может быть весьма неодинаковым. Некоторые ученые думают, что постоянно живущие микробы своими фитонцидами встречают враждебно, антагонистически других, «чужих» бактерий и подавляют их рост или убивают.

Зоологи располагают огромным количеством фактов об антимикробных свойствах тканей животных. Обнаружены и летучие соединения. Делались попытки и назвать их подобно фитонцидам. Так, ленинградский зоолог Л. И. Хозацкий предложил название «зоонциды» («зоон» — животное).

Профессор А. Д. Киршенблат из Черновцов более двадцати лет занимается вопросами химической связи животных. Организм в ходе своей жизнедеятельности образует разнообразные соединения, которые выводятся в окружающую среду. Среди них и такие, которые действуют как химические раздражители, оказывая влияние на развитие, строение, жизнедеятельность, поведение животных. Интересующиеся этим могут прочесть книгу Киршенблата «Телергоны — химические средства взаимодействия животных», изданную в Москве в 1974 году, или его статью «Телергоны», опубликованную в журнале «Природа» (1976, № 6). Он назвал все вещества такого рода, действующие на расстоянии, телергонами (от

греческих слов «вдали» и «действие»). Но название пока не привилось в науке.

Им нельзя объединять химические вещества, продуцируемые и животными, и растениями: слишком уж разное значение имеют они у животных и у растений. Продуцируемые вещества, например, у пчелы в какой-то степени направляют ее полет. У некоторых животных подобные вещества имеют значение в связи со встречей самцов и самок. Увлекательную книгу «Химическая сигнализация млекопитающих», увидевшую свет в 1978 году, написали академик В. Е. Соколов и Э. П. Зинкевич. Обнаружено много интереснейших фактов, например кожа животных — источник летучих веществ, играющих важную биологическую роль.



Профессор микробиологии
Б. Е. Айзенман



Заслуженный деятель
науки РСФСР
терапевт
профессор П. К. Булатов



Иммунолог-фитопатолог
член-корреспондент Академии
наук Молдавской ССР
профессор Д. Д. Вердеревский



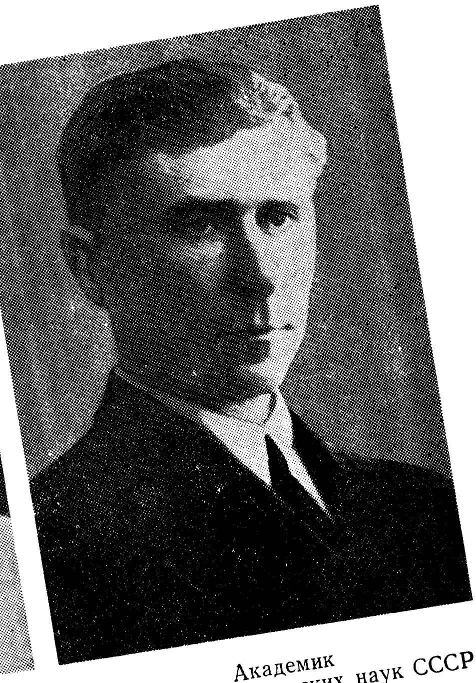
Профессор фармакогнозии
и ботаники А. Ф. Гаммерман



Врач-хирург А. Г. Филатова



Физиолог и биохимик растений
академик Академии наук УССР
Н. Г. Холодный



Академик
Академии медицинских наук СССР
хирург А. Г. Савиных

...Кто знает, не потому ли именно известные растения не удаются в оранжереях и теплицах, что им давали враждебных соседей, а быть может, иные захватывают в свою пользу благодетельные атмосферные элементы, воздействие которых было предоставлено всем.

В. Гете

Взаимные влияния растений в природе

Может быть, в этой книге мы, не желая того, преувеличили кое в чем значение фитонцидов для жизни самих растений. С другой стороны, беспокойная мысль исследователя заставляет думать и о противоположном: не сужаем ли мы (опасаясь собственных увлечений) роль в природе летучих органических веществ, выделяемых растениями?

О любви, ненависти и о равнодушии растений друг к другу

Рассматривая с разных сторон значение фитонцидов для жизнедеятельности растений, мы вольно или невольно касались и взаимоотношений растений. Так, какую же роль играют летучие фитонциды во взаимной жизни высших растений? Нельзя ли мобилизовать фитонциды на службу сельскому хозяйству?

Утверждают, что дикорастущие растения лугов, лесов, болот менее подвержены болезням, чем представители культурных видов, взращиваемых не в сообществе с другими растениями. Возможно, что в условиях естественных растительных сообществ, когда рядом с лютиком, положим, растут лук, щавель, ромашка и так далее, происходит не только борьба между разными видами, но и взаимное обслуживание растений фитонцидами. Нельзя видеть в природе лишь борьбу: в ходе развития мира животных и растений на основе борьбы складывались и самые разнообразные формы сожительства, взаимопомощи. Может случиться, что в этой борьбе и взаимопомощи большая роль принадлежит не только обстоятельствам, связанным с питанием и дыханием, с влажностью и температурой, но и фитонцидам.

Много загадок для науки таят разные типы лесов, лугов, степей. Во взаимном влиянии растений друг на друга, особенно в условиях лесов, пока больше неясного, чем выясненного.

Всем известно, что чистые еловые насаждения после достижения определенного возраста почти совершенно лишены трав и подлеса. Не замешаны ли и здесь наряду с другими обстоятельствами фитонциды, а также вещества, образующиеся в результате отмирания частей растений? Смоченная подстилка из хвои или водная вытяжка из высушенных еловых игл обладает фитонцидными свойствами.

Уже в 30-х годах исследователи фитонцидов, естественно, заинтересовались этими вопросами. Н. И. Голубинский изучал прорастание пыльцы различных растений в атмосфере летучих веществ, выделяемых цветками других растений. Тогда же В. Соловьев убедился, что в естественных условиях на прорастающую пыльцу могут действовать летучие фитонциды различных органов того же самого растения и окружающих растений.

Сообщим о нескольких, пока еще достаточно загадочных, явлениях из жизни растений, заставляющих специалистов в области фитонцидов идти в своих исследованиях в новом, неожиданном направлении.

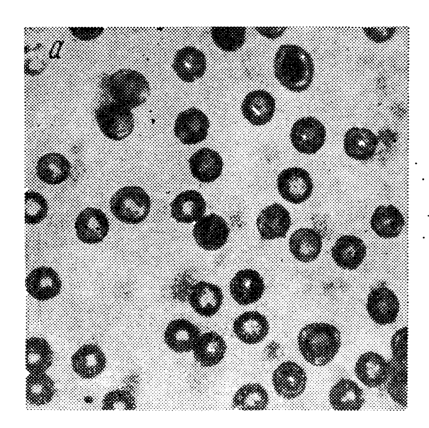
Так, ботаник Голубинский, проращивая пыльцу различных растений в атмосфере летучих веществ, выделяемых цветками других растений, в большинстве случаев отметил ускорение прорастания пыльцевых зерен; увеличилось и число проросших зерен. Поставили опыты с летучими фитонцидами лука. Испробовали их влияние на пыльцу 15 видов растений. На сухую пыльцу летучие фитонциды не подействовали, пыльца, находившаяся в атмосфере, насыщенной фитонцидами лука, впоследствии нормально прорастала. Если же была достаточная влажность, если опыты ставились так, что действовали фитонцидами на прорастающую пыльцу, то даже 5-минутное их влияние приводило к остановке прорастания и даже к гибели пыльцы.

Х. Борр и Х. Кролоп проращивали пыльцу растений форзиния и бальзамин в растворе сахарозы. Прорастание проходило плохо. Если же к раствору прибавлять пыльцу некоторых других растений, то в их соседстве прорастание может быть стимулировано (рис. 43).

Дальнейшие исследования не только подтвердили наблюдения Голубинского, но и принесли много нового. Прорастание пыльцы люцерны стимулируют летучие фитонциды овса и житняка; наоборот, фитонциды тимофеевки луговой, полыни понтийской, акации желтой и черемухи обыкновенной явно задерживают прорастание пыльцы люцерны. Фитонциды горчака желтого обыкновенного и осота полевого не оказывают ни стимулирующего, ни тормозящего действия. Летучие фитонциды настурции стимулируют прорастание собственной пыльцы и задерживают прорастание пыльцы другого растения — помидора.

Перед ботаниками встают новые и новые вопросы. Ни одно растение в природе не живет совершенно обособленно от других организмов.

Сорвем ландыши и несколько веточек цветущей сирени. Поставим часть ландышей в одну банку с водой, часть веток сирени — в другую банку, а в третьей банке поместим оставшуюся часть ландышей и веточек сирени. Пусть во всех банках будет приблизительно одинаковое количество воды и все они будут находиться в одинаковых температурных условиях



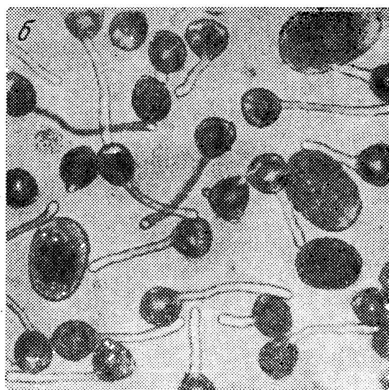


Рис. 43. Прорастание пыльцы форзиции.
а — пыльца форзиции в растворе сахарозы; *б* — с добавлением пыльцы гусиного лука.

и условиях освещения. Мы убедимся, что сирень и ландыш «ненавидят» друг друга. Цветы сирени гораздо быстрее завянут в соседстве с ландышами, чем в одиночестве.

Ландыши и нарциссы в разных вазах сохраняются долго, а в одной вазе скоро увядают. Мак и орхидеи также мешают другим цветам. Соберем букет разных летних цветов и прибавим к нему резеду. Она вредно подействует на остальные цветы, без нее такой же набор сохранится дольше.

Садовники могут так комбинировать цветы, что они остаются свежими долгое время. Если цветы настурции стоят одни, они будут свежими в течение лишь одного дня, а вместе с туей они сохраняются в течение 2—3 дней. Тюльпаны радуют нас своей свежестью вдвое дольше, если в вазу с ними поставить маленькую ветку туи.

Значит ли это, что во всех случаях во взаимовлияниях цветков главную роль играют летучие фитонциды? Может быть, во многих случаях имеют значение вещества, выделяемые растениями в воду и растворимые в ней? Отмечено, что в состоянии цветения растения более энергично выделяют фитонциды.

Утверждают, что дуб и орех в природных условиях взаимно тормозят друг друга. Есть наблюдения о том, что розы и лилии взаимно улучшают существование друг друга, что выделения магнолии задерживают рост некоторых трав, а выделения хвойных деревьев угнетают лиственную поросль.

В нашей лаборатории антоновские яблоки однажды причинили серьезную неприятность. Ящики с яблоками принесли в комнату, где стояли в горшках лимонные деревца. Пришлось основательно выругать летучие фитонциды яблок, когда оказалось, что от их воздействия через два дня все листья молодых лимонных деревьев опали! Эти наблюдения нельзя считать новыми и неожиданными. Они подтверждают давно известные факты подобного рода.

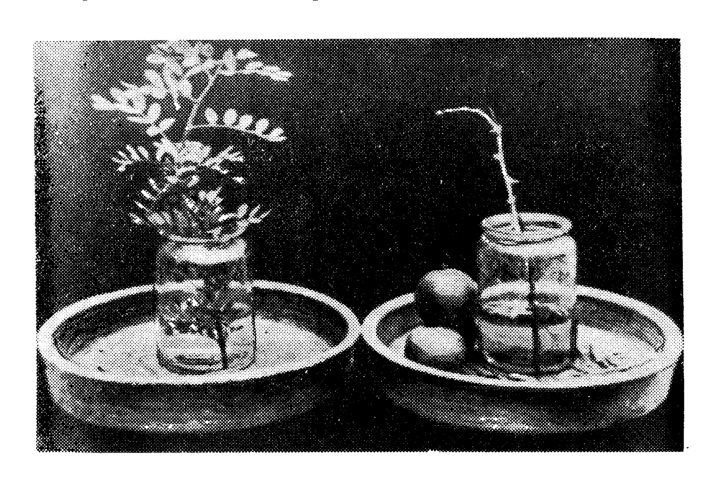


Рис. 44. Опадение листьев у желтой акации под влиянием летучих фитонцидов.

Слева — контроль, справа — после 4-дневного воздействия фитонцидами яблок.

Начиная с 1937 года немецкий ботаник Ганс Молиш провел многие очень интересные опыты, в частности, с яблоками. При этом он убедился, что яблоки выделяют газ этилен, который влияет на жизнь находящихся рядом растений.

Сорвем с одного и того же экземпляра желтой акации две веточки с 50—100 листочками. Каждую веточку поместим в банку с водой. Будем держать эти банки в одинаковых условиях. Но рядом с одной банкой положим 1—2 спелых яблока. В обоих случаях банки накроем одинаковыми достаточно большими стеклянными колпаками. Через несколько суток ветка акации в одной банке будет еще хорошо себя чувствовать, все листочки окажутся целыми. С веточкой же, находившейся по соседству с яблоками, случится нечто странное: все листочки опадут, веточка завянет (рис. 44). Совершенно оче-

видно, что вредным для акации началом являются летучие вещества, выделяющиеся из яблок.

Ученым и практикам давно уже было известно множество случаев влияния растений друг на друга на расстоянии. Но лишь в свете учения о фитонцидах многие загадочные факты получили свое частичное объяснение. Мы говорим «частичное», так как взаимная жизнь растений — очень сложное явление и фитонциды играют роль лишь одного из многочисленных факторов природы.

Вопросы о взаимном влиянии растений друг на друга чрезвычайно важны для сельского хозяйства, и хочется думать, что учение о фитонцидах заставит задуматься о более правильном чередовании растений на полях и о смешанных посевах.

Приведем еще примеры влияния растений друг на друга. Некоторые сорта капусты и фиалки альпийской «ненавидят» друг друга и гибнут, будучи посаженными вместе. При совместном посеве семян фиалки и ржи прорастает 100 процентов семян фиалки, а при посеве семян фиалки и пшеницы ни одно семя фиалки не прорастает. Вблизи участка с полынью, даже на расстоянии одного метра, наблюдается резкое угнетение роста льна, тмина, шалфея, гвоздики, георгина. Корни осины выделяют летучие фитонциды, угнетающие другие породы деревьев, в том числе дуб.

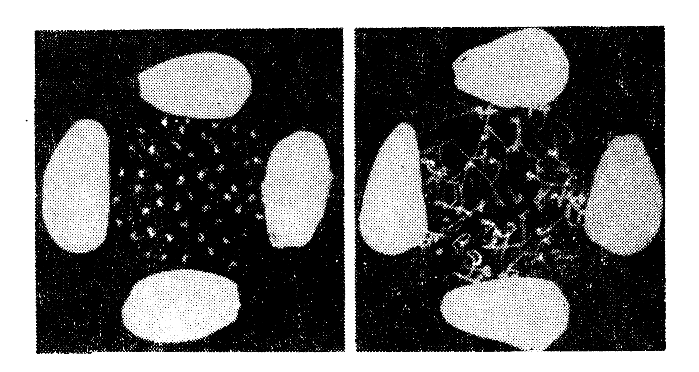


Рис. 45. Прорастание семян мака в присутствии миндаля.
Слева задержка прорастания в присутствии горького миндаля; справа — хорошее прорастание в присутствии сладкого миндаля.

В некоторых случаях выяснено, какие именно вещества, составляющие фитонциды, действуют угнетающе на другое растение. Так, в упоминавшихся случаях вредного действия яблок несомненно играет роль газ этилен.

Вредное влияние может оказать синильная кислота, выделяющаяся из многих растений. Из-за нее происходит задерж-

ка прорастания семян в природных условиях, что подтверждают и лабораторные опыты. Например, будем проращивать семена мака на влажной фильтровальной бумаге. В одних опытах прорастание семян проведем в присутствии сладкого миндаля, выделяющего очень незначительные количества синильной кислоты, а в других опытах — в присутствии горького миндаля. В нем много амигдалина, то есть вещества, из которого освобождается синильная кислота. В присутствии горького миндаля прекращается прорастание мака (рис. 45).

Исследования А. М. Гродзинского и других ученых

Начиная с 1950 года в СССР определились очень важные для ботаники и для практики сельского хозяйства направления исследований явлений взаимных отношений растений на основе выделения ими химических веществ. Это уже новая наука, которую некоторые ученые называют химической биоценологией (Ф. Гаузе). Биоценозами называют сообщества растений и животных, связанных в своей жизни существенно важными отправлениями.

Иностранные исследователи — Х. Молиш и его последователи — предпочитают называть новую науку аллелопатией (от греческих слов «взаимные враги»). Этот термин, так сказать, привился, и им пользуются и наши отечественные ученые, хотя он, мне кажется, не отражает в достаточной мере суть интереснейшей, важной для практики новой науки и совсем не отражает биологического учения о фитонцидах. Название «аллелопатия» уже потому несовершенное, что в природе на почве выделения фитонцидов устанавливаются не только враждебные отношения растений друг к другу.

Решающую роль в развитии аллелопатии в СССР сыграла киевская научная школа Андрея Михайловича Гродзинского. Интересующиеся вопросами аллелопатии с большим увлечением прочтут превосходную книгу Гродзинского «Аллелопатия в жизни растений и их сообществ», вышедшую в Киеве в 1965 году. И до исследований Гродзинского печатались работы по аллелопатии, например книга С. И. Чернобривенко «Биологическая роль растительных выделений и межвидовые взаимоотношения в смешанных посевах», изданная в Москве в 1956 году.

Не лишне обратить внимание на то, что в некоторых книгах иностранных авторов об аллелопатии неправильно рассказывается история открытий. Так, в 1978 году издана книга известного ученого Э. Л. Райса «Аллелопатия». Содержание книги интереснейшее, однако по крайней мере комично звучат многие утверждения автора, касающиеся истории науки. Райс правильно и многократно пользуется нашим термином «фитонциды», но сообщает, будто этот термин предложил американский микробиолог Залман Ваксман. Ваксман в одной из статей,

спустя много лет после введения нами слова «фитонциды», верно использовал его, но можно ли на основании этого считать его автором термина?

Есть и иные утверждения в книге, вызывающие улыбку и недоумение. Так, например, в книге Райса написано: «...лишь много лет спустя (?) после того, как в печати появились первые, еще недостаточно определенные высказывания относительно аллелопатических взаимодействий между высшими растениями, возникло предположение, что высшие растения могут продуцировать вещества, подавляющие рост микроорганизмов» (с. 23).

«Диву даешься» от таких утверждений. Полное незнание истории открытия фитонцидов, ни слова не упоминается об истории биологического учения о фитонцидах, не упоминаются имена В. Г. Дроботько, Д. Д. Вердеревского, Л. В. Метлицкого, наконец, мое и других наших ученых. А частные ошибки Райса выглядят уже совсем смешно. Например, утверждается, что Мак Найт, Уолтон и другие в 1936 году обнаружили летучие бактерицидные фитонциды чеснока. Как знают читатели, еще в 1928—1930 годах мы восхищались изумительными бактерицидными веществами чеснока.

Несмотря на эти и другие странные ошибки, книга Райса очень полезная. В ней излагается огромное количество фактов, объединяемых биологическим учением о фитонцидах.

Надо ли говорить о том, что разные ученые (потому они и настоящие ученые!) по-разному изучают вопросы химической биоценологии, имеют разные взгляды и на роль фитонцидов. Есть и важные пункты споров, далеко не во всем мои мысли совпадают с мыслями других исследователей. Но я не могу считать себя столь же знающим взаимную жизнь растений, как, положим, С. И. Чернобривенко, А. А. Часовенная, А. М. Гродзинский и другие ботаники. Естественно поэтому, будучи несогласным с некоторыми важными мыслями этих исследователей, я полон уважения к ним и восхищаюсь их новаторской работой.

С. И. Чернобривенко — первый советский ученый, собравший сведения из мировой литературы, касающиеся значения в жизни сообществ растительных выделений. Он и сам провел важные полевые и лабораторные наблюдения. Позаимствуем из его работ факты, говорящие об отношениях между видами сельскохозяйственных растений. Большинство этих фактов Чернобривенко обнаружил в своих собственных наблюдениях.

Чернобривенко привел не вообще факты о взаимных влияниях растений друг на друга, а только факты о таких взаимоотношениях, которые если не целиком, то в значительной степени зависели от действия именно растительных выделений. По его данным между следующими растениями наблюдаются враждебные отношения (слева — угнетающий вид, справа — угнетаемый):

Рожь озимая	— пшеница озимая
Овес	— люпин многолетний, люпин узколистный синий, горох
Вика	— овес
Клевер	— —
Люпин	— картофель
Нут	— картофель, помидоры, баклажаны, клещевина, тыква, огурец, дыня, арбуз, фасоль, подсолнечник, кукуруза, кунжут
Ячмень	— люцерна синяя, нут, фасоль
Рыжик	— лен
Горчица сизая	— клещевина, конопля, нут
Конопля	— кенаф, нут, фасоль
Фасоль	— пшеница яровая
Пшеница яровая	— конопля, рыжик, горчица сизая, лен, анис
Подсолнечник	— клещевина, кукуруза
Гречиха	— кукуруза
Тыква	— клещевина
Канатник	— кенаф
Помидоры	— огурцы
Лук	— фасоль
Репа	— помидоры

А между этими сельскохозяйственными растениями устанавливаются благоприятные отношения (слева — изучавшийся вид, справа — вид, на который он действует неугнетающе или благоприятно):

Нут	— горчица сизая, рыжик, пшеница яровая, ячмень, лен (на волокно), конопля (посконь)
Фасоль	— клещевина, конопля, картофель, помидоры, баклажаны, горчица сизая, суданка, лен (на семена), чина, подсолнечник, кориандр, тыква, дыня, арбуз, огурец, горох
Фасоль аконитолистная	— горох
Чечевица	— люцерна синяя
Картофель	— ячмень
Пшеница яровая	— дыня, арбуз, соя, кунжут, клещевина, тыква, огурец
Конопля	— подсолнечник
Подсолнечник	— конопля
Горох	— картофель, люцерна синяя
Кукуруза	— клещевина, фасоль, нут
Кенаф	— конопля, клещевина
Горчица белая	— горох
Лук репчатый	— цикорий
Цикорий	— лук репчатый
Клещевина	— горчица сизая, нут, фасоль, кукуруза
Майоран	— морковь
Кервель	— редис
Кресс-салат	— редис

А вот собранные Чернобривенко факты о враждебных отношениях между видами деревьев и кустарников (слева — угнетающий вид, справа — угнетаемый):

Вяз, ильм, берест, бук, ясень, береза, осина, ель, орех	— дуб
Акация белая, тополь, ясень обыкновенный, ясень пушистый, вяз мелколистный	— дуб черешчатый
Дуб, клен ясенелистный, береза, тополь канадский, осокорь, осина, акация белая, бузина, вяз мелколистный, шелковица белая	— сосна
Софора, клен ясенелистный, дуб черешчатый	— ясень зеленый
Шелковица белая	— акация желтая
Акация белая	— шелюга (ива)
Дуб скальный, сосна	— ясень пушистый
Береза, осина	— ель
Бук	— береза
Клен татарский	— свидина
Клен ясенелистный	— катальпа
Бузина красная	— тополь бальзамический
Сосна	— шелюга красная
Сосна крымская	— акация желтая
Ель	— клен татарский, сирень, шиповник морщинистый
Вяз мелколистный, лавр, орешник	— виноград
Кипарис	— цитрус
Черешня	— яблоня

И. С. Остапенко в результате своих опытов получил интересные данные о взаимоотношении сорных и культурных травянистых растений в посевах:

Культурные растения	**Угнетают**	**Стимулируют**
Пшеница яровая	марь многосемянную, василек синий	просо, мелколепестник канадский
Пшеница озимая	пырей ползучий, марь многосемянную	вьюнок полевой, мелколепестник канадский
Гречиха	пырей ползучий	вьюнок полевой редьку дикую
Лен	осот синий	—
Овес	марь многосемянную	редьку дикую
Вика и овес	пырей ползучий	редьку дикую, осот синий, хвощ полевой
Люпин желтый	вьюнок полевой	редьку дикую

Сорные растения	**Угнетают**	**Стимулируют**
Хвощ полевой	пшеницу яровую	—
Редька дикая	гречиху, лен, вьюнок полевой	—
Рыжик	лен	—

Все эти факты были известны еще до 1956 года, когда Чернобривенко написал свою книгу. А за последние десятилетия в науке появилось много новых важных данных.

Не будем обсуждать вопросы, в которых я не являюсь специалистом и могу вместе с читателями наделать ошибок. Но назвать большие проблемы мы обязаны. Среди них поднимающаяся время от времени проблема смешанных посевов.

Ботаник В. Л. Комаров в 1931 году писал: «Человечество когда-то, очень давно, остановилось совершенно случайно на определенных методах земледелия, садоводства и животноводства; методы эти хотя и хороши, но не согласны с теми путями, которыми идет в создании общего урожая природа. Не так давно был предложен метод монокультуры, метод противоестественный, он быстро распространился, но дал плохие результаты, и от него отказались, вступив на путь плодосмена, на путь комбинирования во времени нескольких культур. Почему не сделать еще шаг вперед и не комбинировать в культуре несколько растений не только на одном поле, но и одновременно? На Дальнем Востоке мне пришлось видеть комбинированные культуры гречихи с опийным маком, кукурузы с огурцами и фасолью. Урожай с такого участка получался двойной».

Все ли верно в этих рассуждениях с точки зрения современной науки? Биологическая наука близка к тому, чтобы сказать свое слово, какие растения надо выращивать вместе, а какие растения «ненавидят» друг друга вследствие выделения антагонистических фитонцидов.

Есть все основания радоваться успехам научной школы А. М. Гродзинского. Возглавляемым им коллективом ученых сделано так много, что об этом нельзя сказать кратко. Вот лишь несколько примеров интересных фактов и идей.

Большие принципиальные вопросы А. М. Гродзинский ставит о том, как влияют летучие выделения на жизнь другого растения. Какое значение они имеют в формировании почвы, в повышении или понижении ее плодородия, в отпугивании или привлечении вредных насекомых, опылителей? После уборки на полях остаются огромные массы урожая в виде корней, ботвы, половы, соломы. При наличии сорных растений или культур на зеленое удобрение в почву запахивают все 100 процентов массы. «Возникает вопрос,— пишет Гродзинский,— не содержатся ли в этих материалах вредные, тормозящие рост вещества, которые могут снижать урожай или ухудшать качество продукции последующих культур?» В опытах Гродзинского и других ученых так и оказалось.

Явление фитонцидов следует учитывать в связи с вопросами так называемого почвоутомления, чередования культур в севооборотах, правильного использования почвы в парниках и теплицах, при выращивании растений в жидкостях и т. д.

Растения влияют друг на друга выделениями не только летучих фитонцидов, но и малолетучих веществ — подземными и надземными частями.

Конечно, не все то, что выделяет растение во внешнюю среду, должно называться фитонцидами. Листья растений выделяют не только летучие фитонциды, из них выделяются и нелетучие вещества, смываемые осадками. В науке они носят название гуттационных жидкостей. Фитонцидные свойства их начали уже исследовать. Выделять такие жидкости способны очень многие растения. У некоторых, однако, капли с листьев редко стекают, и навряд ли они играют важную роль в жизни растительных сообществ. Другие же растения, наоборот, дают обильное количество стекающей с листьев жидкости. Таковы, например, помидоры, маки, камыш, хвощ полевой, ива пурпурная, пырей ползучий, овсяница луговая, ячмень, рис и многие другие.



Рис. 46. «Плачут» листья земляники.

Ботаники думают, что утренние росы на травах и деревьях выделяются самими растениями. Иногда, например у злаковых, наблюдается такое обильное выделение жидкостей листьями, что их сравнивают с дождем. Во всех ли случаях гуттационные жидкости обладают фитонцидными свойствами? Этот вопрос еще далек от выяснения, как неясны вопрос и значение такого «плача» растений в их взаимных отношениях (рис. 46).

Во многих странах заинтересовались этими явлениями. Об-

ширные работы проведены последователем Молиша Герхардтом Грюммером и другими. Книга Грюммера переведена на русский язык [1].

Опыты А. А. Часовенной

А теперь мы обратимся к исследованиям доцента Ленинградского университета Анны Александровны Часовенной. Она — пионер изучения в СССР роли фитонцидов во взаимных отношениях растений в биоценозах.

На основании огромного количества лабораторных опытов и полевых наблюдений Часовенная пришла к заключению, что растения, произрастающие в сообществе, действительно влияют друг на друга выделяемыми ими фитонцидами. Влияние это может быть очень разнообразным. Выделяющиеся фитонциды могут непосредственно действовать на другое растение, задерживая или прекращая рост побегов и корней. Но могут быть и сложные, косвенные влияния: например, фитонциды одного растения могут действовать на микробов, обычно поселяющихся на подземных частях другого растения, от которых зависит его жизненность. Фитонциды данного растения могут оказывать угнетающее действие на одни виды растений, и те же фитонциды могут, наоборот, стимулировать жизнедеятельность других видов растений. Фитонциды тимьяна Палласа вызывают общее угнетение тимофеевки луговой (снижают процесс всхожести семян, задерживают рост побегов и корней), тогда как на клевер красный они вначале не оказывают заметного влияния и лишь в дальнейшем задерживают появление первого листа. Летучие вещества цмина песчаного угнетают рост корней овсяницы луговой, но не влияют заметно на ее побеги, они же стимулируют рост побегов и корней райграса высокого и тимофеевки луговой. Фитонциды очитка едкого немного угнетают рост корней тимофеевки луговой, не оказывая заметного влияния на ее побеги, но стимулируют развитие побегов и корней овсяницы луговой.

Фитонциды разных видов растений по-разному влияют на один и тот же вид растения: одни угнетают, другие стимулируют, а третьи не вызывают изменений.

Фитонциды могут неодинаково действовать на стеблевую и корневую части зародыша семени одного и того же вида растений: угнетать рост и развитие корней, не влияя или слабо влияя на рост и развитие побегов; угнетать рост и развитие побегов, слабо влияя на рост корней. Но может и не быть избирательного действия, а фитонциды могут угнетать или стимулировать рост и развитие всех органов.

---

[1] Грюммер Г. Взаимное влияние высших растений. Аллелопатия. М., 1957.

Угнетающим или стимулирующим действием обладают не только эфиромасличные растения, но и такие, как очиток едкий, коровяк черный, цмин песчаный и другие. Наибольшим действием обладают фитонциды многих видов растений в период их цветения, и особенно в летние полуденные безоблачные дни. Но и поздней осенью некоторые растения выделяют мощные фитонциды. Таковы телекия, таволга вязолистная и другие. У некоторых растений, например борщевика сибирского, самым сильным фитонцидным действием обладают семена. Рассыпаясь в значительном количестве на поверхности почвы, они могут оказывать большое влияние на всходы и жизненность других видов в сообществе. Познание растительных сообществ и управление ими невозможно без учета роли фитонцидов, говорит Часовенная.



Рис. 47. Процент всхожести семян и угнетение роста ежи сборной под влиянием летучих фитонцидов других растений.

а — контроль (76%); *б* — влияние икотника (61%); *в* — влияние тысячелистника благородного (37%); *г* — влияние полыни (41%).

Присмотримся к фотоснимкам результатов опытов Часовенной. На рис. 47 слева представлена ежа сборная, не подвергавшаяся влиянию фитонцидов других растений. Назовем ее контрольной. Как отстали в развитии от этого растения те, которые росли в атмосфере летучих фитонцидов икотника серого, тысячелистника благородного и полыни горькой!

При действии фитонцидов икотника снижается всхожесть семян ежи сборной, почти полностью приостанавливается рост корней. Фитонциды тысячелистника еще более резко снижают всхожесть семян и приостанавливают рост побегов и корней ежи. То же мы видим и при действии летучих фитонцидов.

Другой пример дается на рис. 48.

Как действуют летучие фитонциды разных растений на тимофеевку луговую? Чтобы легче сравнивать длину побегов и корней в разных случаях прорастания, на рисунке слева дана линейка, расстояние между каждыми двумя цифрами которой равно одному сантиметру. Летучие фитонциды цмина песчаного стимулируют рост побегов и корней тимофеевки, побеги ста-

новятся выше, а корни длиннее. Фитонциды очитка едкого не оказывают заметного влияния на побеги и лишь немного угнетают рост корней, а фитонциды тимьяна Палласа заметно угнетают тимофеевку, особенно ее корни. Еще сильнее угнетают тимофеевку фитонциды полыни горькой. Любопытно, что на всхожесть семян указанные фитонциды не оказывают особого влияния.

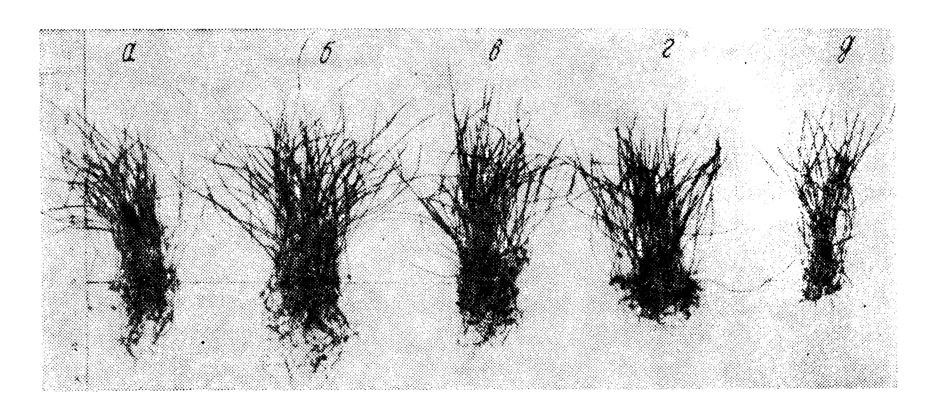


Рис. 48. Процент всхожести семян тимофеевки луговой и ее рост под влиянием летучих фитонцидов других растений (сфотографировано через 11 дней после начала опыта).
а — контроль (98%); *б* — цмин (95%); *в* — очиток (99%); *г* — тимьян Палласа (82%); *д* — полынь (97%).

А вот перед нами овес (рис. 49). Слева представлен контрольный овес, развивавшийся без соседства с другими растениями, а рядом овес, высеянный вместе с ячменем и яровой пшеницей. Как сильно овес угнетается своими соседями! Особенно вредно влияют корневые выделения ячменя и пшеницы на корни овса. Пшеница же не испытывает вредных влияний овса и ячменя. Корни и побеги ее так же хорошо развиваются, как и у контрольных растений.

А как ведет себя ячмень в смешанных посевах с пшеницей и овсом? А. А. Часовенная убедилась, что в смешанных посевах с пшеницей и с овсом корни ячменя более мощные, чем у контрольных растений. Рожь, растущая вместе с клевером, опять-таки имеет более мощные корни, чем растущая особняком.

Выходит, что для ячменя присутствие пшеницы и овса не только не вредно, но даже полезно: корни ячменя развиваются лучше, чем у контрольных растений. А клевер красный испытывает сильное вредное влияние ржи. Клевер красный рос в междурядье ржи сорта Вятка. Ширина междурядья 30 сантиметров. Чтобы яснее видеть, оказывают ли растения друг на друга влияние своими фитонцидами, опыт был проведен в специальных условиях. Почвой служил чистый кварцевый песок, в кото-

рый питательные вещества и вода для растений вносились в полном достатке. Растения клевера, стоявшие близ рядков ржи, были сильно угнетены: они низкорослые, листочки у них мелкие, корни слабые, маловетвистые, клубеньки на корнях едва развивались или совсем отсутствовали. В середине же междурядья растения клевера крупные, с мощно развитыми надземной и подземной частями.

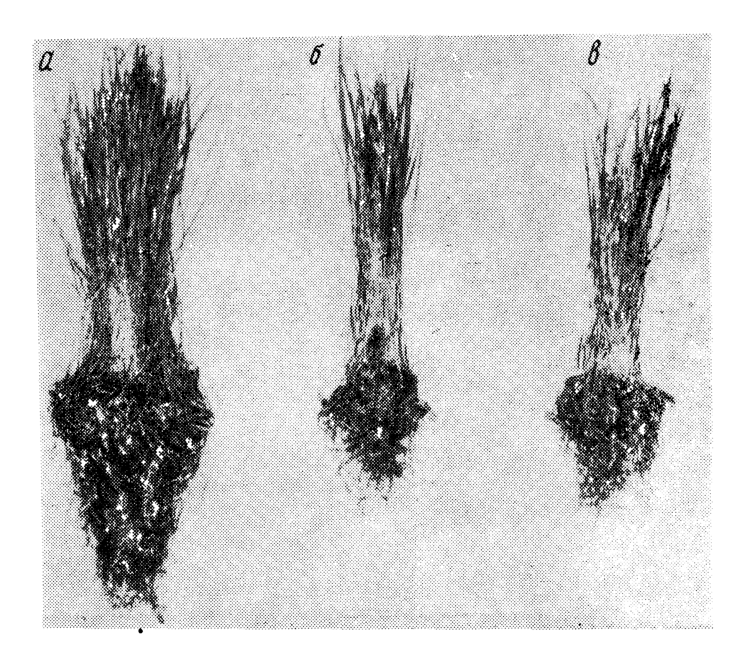


Рис. 49. Изменение длины корней побегов овса в смешанных посевах с ячменем и пшеницей.

а — контроль; *б* — посев через зерно; *в* — посев через ряд.

Много и других интересных наблюдений сделано Часовенной. О результатах ее опытов можно судить по рис. 50. Выглядит этот рисунок скучным, но присмотритесь к нему, и он о многом расскажет. Вполне оправдывается высказанная в начале главы мысль о том, что между растениями в природе и в посадках устанавливаются отношения и «любви», и «ненависти», и «равнодушия».

Надо думать, что выделяющиеся при прорастании семян фитонциды не только защищают развивающееся растение, но и могут способствовать жизни других проростков, находящихся поблизости.

Нам вспоминается в этой связи спор между сторонниками посадки дубов одиночными желудями и сторонниками гнездового способа — посадки несколькими желудями. Посмотрим, не

имеют ли отношения к этим спорам фитонциды? В нашей лаборатории доказано, что желуди дуба при прорастании выделяют в почву очень действенные антимикробные вещества. При совместной посадке нескольких желудей возможна взаимопомощь на основе выделения фитонцидов. Навряд ли это решающий фактор нормального прорастания, но все же создается бо́льшая гарантия успеха в жизни проростков, в деле противодействия микробам. Однако вскоре уже неизбежно начнется конкуренция

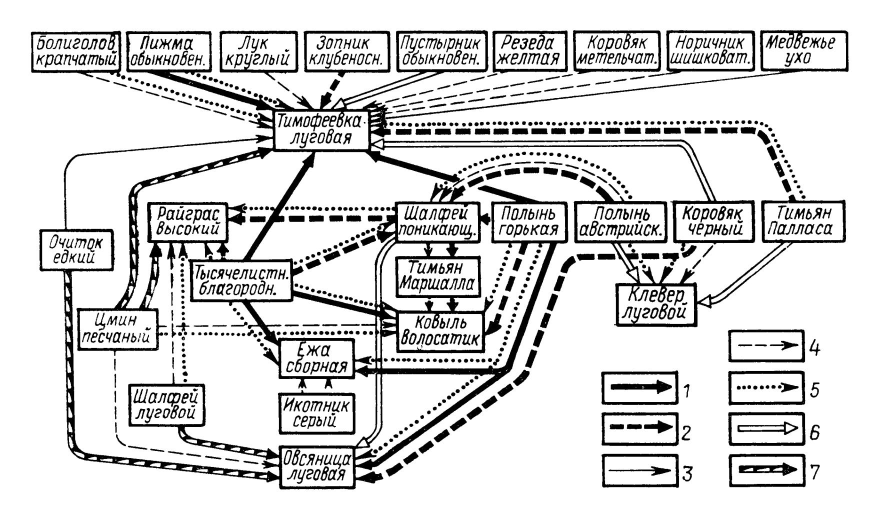


Рис. 50. Примеры равнодушия, любви, ненависти растений друг к другу.
1 — прекращает или сильно угнетает рост корней; *2* — угнетает рост корней; *3* — угнетает рост корней и слабо угнетает рост побегов; *4* — угнетает рост корней, но не угнетает роста побегов; *5* — снижает всхожесть семян; *6* — не оказывает заметного действия; *7* — стимулирует развитие побегов и корней.

проростков за условия развития, и победителями окажутся один или немногие, тогда как развитие остальных будет подавлено.

Из опытов на других растениях следует сделать вывод о том, что излишняя взаимопомощь может пойти во вред. Вот один пример наблюдений Часовенной. В лабораторных условиях в чашки были высеяны зерна ржи сорта Вятка. В первом случае два зерна удалены в чашке друг от друга на 10 сантиметров, а во втором случае посеяны загущенно: в такую же чашку диаметром 15 сантиметров было положено около 300 зерен. Результаты опытов представлены на рис. 51. В левом сосуде мы видим растения ржи, посеянные при разреженном способе посева, а в правом — при загущенном. Не пошли впрок фитонциды: их выделилось слишком много, да к ним прибавились еще и фитонциды микроорганизмов; обилие фитонцидов вызвало угнетение роста.

В лабораторных опытах легко убедиться в том, что летучие фитонциды одного вида растений могут погубить вполне здоро-

вые растения другого вида. Например, летучие фитонциды, выделяющиеся из семян борщевика, вызывают уже в первые два часа увядание листьев традесканции, а затем и гибель их (рис. 52). Посмотрим на рис. 53. Это черенки растения эшеверия. Почему растение в правом стакане почти лишено корней? В такую же, как и в левом стакане, воду прибавлено всего 0,5 грамма плодов борщевика. В левом, контрольном стакане, куда не прибавляли плодов борщевика, растение чувствует себя превосходно!

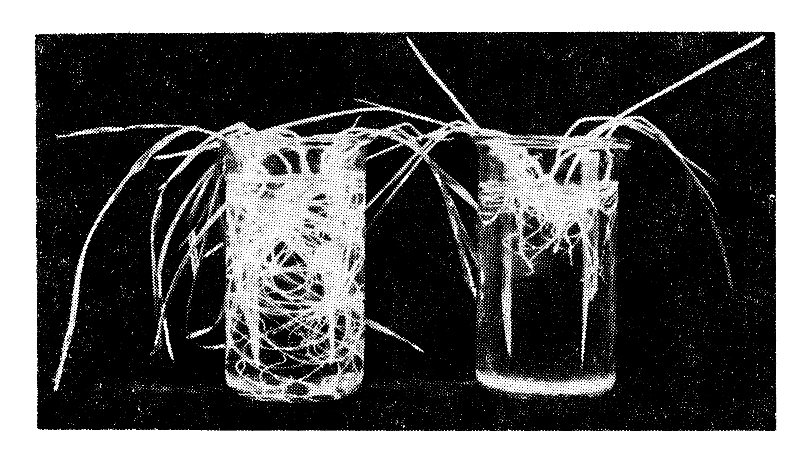


Рис. 51. Растение ржи сорта Вятка.
Слева — произрастание в разреженном посеве, справа — при чрезмерном загущении.

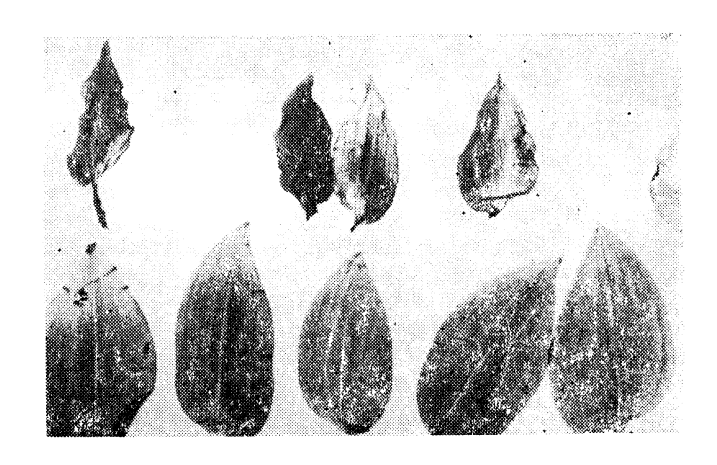


Рис. 52. Листья традесканции.
Верхний ряд — листья подвергнуты влиянию фитонцидов борщевика, листья потемнели, они мертвые; нижний ряд — контрольные нормальные листья.

Подобное действие фитонцидов борщевика выявили и другие исследователи. Так, Г. Е. Жамба установила, что летучие фитонциды из плодов борщевика Сосновского угнетают прорастание семян редиса и зерновок пшеницы. Рост колеоптилей пшеницы как на свету, так и в темноте тормозился в 100 процентах слу-

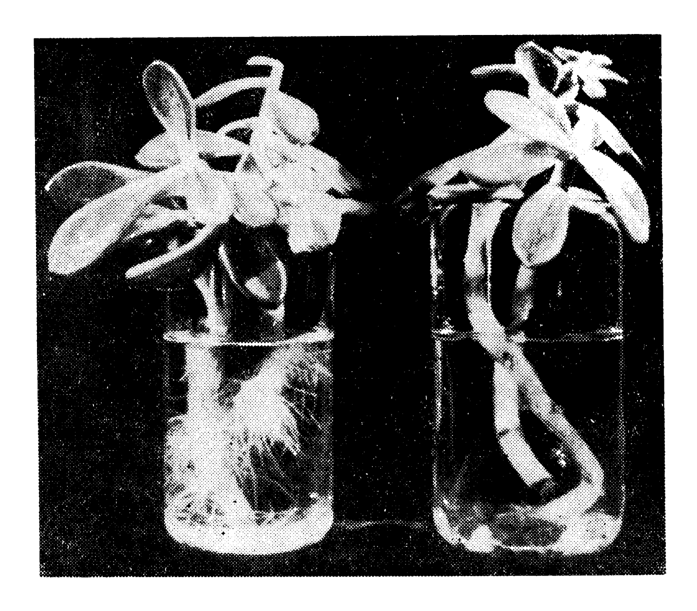


Рис. 53. Черенки эшеверии.

Справа — находящиеся в воде, к которой прибавлено 0,5 грамма плодов борщевика; слева — контрольные черенки.

чаев. Подвергнутые действию летучих фитонцидов проростки пшеницы имели искривления и укороченные колеоптили.

* * *

С. И. Чернобривенко указывает, что еще Феофраст, родившийся за 370 лет до нашей эры, был уверен в губительном влиянии одних растений на другие. Он приводил пример губительного действия лебеды солончаковой на люцерну древовидную. Почему это происходит, спрашивал он и отвечал, что причиной является «запах».

Живший в I веке нашей эры Плиний Старший писал: «Деревья могут убивать друг друга тенью или теснотой и отнимая питание. ...Природа некоторых растений такова, что они не убивают, но причиняют вред примесью своего запаха или сока; так, например, редька и лавр вредны для винограда. ...Не любит виноград также и капусты и орешника, и если они находятся поблизости, становится хилым и болезненным. ...Но есть некото-

рые особенности у тени различных деревьев: тень ореха грецкого тяжела и вредна как для головы человека, так и для окружающих это дерево растений».

Ошибался ли Плиний в частностях, это требует проверки, но мысли его в целом правильны. Крестьяне еще в давние времена натолкнулись на факты, которые только в наше время становятся предметом внимания ученых.

Наверное, не за горами то время, когда наука поможет агроному, лесоводу, луговоду — всем, кто в этом заинтересован, управлять жизнью растительных сообществ, поможет использовать фитонциды для повышения урожая злаковых и иных растений. Но не надо преувеличивать роль и без того удивительных веществ — фитонцидов. Совместная жизнь растений — очень сложная жизнь: растения связаны друг с другом на основе питания, дыхания и других важнейших проявлений жизни.

...Чем более подвигается наука в изучении причин болезней, тем более выступает то общее положение, что предупреждать болезни гораздо легче, чем лечить их.

И. И. Мечников

Медицина и фитонциды

Если обнаруживаются новые факты в природе, вскрываются новые закономерности и создаются правильные гипотезы и теории, на основании которых становится возможным предвидеть явления, то это не может оставаться в стороне от жизни, от практики. Более того, глубоко познавать закономерности живой природы невозможно без научного решения практических задач. Конечно, история знает случаи, когда ученые делали изобретения и открытия, намного опережавшие их эпоху. Бывали случаи, когда замечательные открытия не могли быть использованы при существовавшем тогда общественном строе.

Несмотря на огромные успехи медицины, человечество еще сильно страдает от многих болезней. Но пройдут годы и десятилетия, и лучшие лекарственные средства и современные завоевания науки потускнеют перед лицом новых открытий. Рак и туберкулез окажутся покоренными. О дизентерии, тифах, скарлатине, о всех инфекционных болезнях нашего времени студенты будут читать в книгах по истории медицины. Медицине будущего не придется лечить современные заразные болезни. И сейчас уже под силу уничтожать личинок малярийных комаров, освобождаться от таких болезней, которые в недавнем прошлом сводили в могилу миллионы людей,— натуральной оспы, бешенства, родильной горячки и других.

Наступит, обязательно наступит время, когда на всем земном шаре наука будет служить только мирным целям. Придет время, когда человечество уничтожит во всех закоулках Земли вредных микробов, в какой-то мере простерилизует земной шар. Но это будущее. Пока же перед врачами стоят трудные и благородные задачи предупреждения многих болезней и лечения их.

Открытие фитонцидов касается обширной группы явлений — взаимоотношений между микробами, животными и растениями. Везде, где необходимо бороться с теми или иными микроорганизмами, так или иначе могут заинтересоваться фитонцидами. Сообщу несколько случаев использования фитонцидов в практике. Но все, о чем мы сейчас станем говорить, является лишь

началом большого, растущего на наших глазах дела, да к тому же и в этих первых шагах возможны некоторые увлечения. Будущее покажет, что может прочно войти в быт людей, в практику медицины, промышленности и сельского хозяйства, а что является скороспелым и непрочным. Ни читатель, ни автор не могут знать все и не могут вникнуть в потребности разнообразных областей практики, в которых сделаны попытки использовать фитонциды. Вот почему сообщаемые здесь факты о связи науки и жизни никоим образом не могут служить практическим руководством к действию. Пусть читатель отнесется к ним как к попытке превращения фитонцидов в полезные для человека вещества.

Секрет «спящей красавицы». О народной медицине

В настоящее время мы переживаем интересную полосу в развитии медицины: она сознательно, а не случайно, как это было в народной медицине всех стран, пользуется эволюцией растительного и животного мира, применяя целебные вещества растений и животных.

В нашей стране, а может быть и во всем мире, лучшим знатоком лекарственных растений и истории медицины является выдающийся ленинградский ученый Адель Федоровна Гаммерман. Она приводит интересные примеры:

«Стоит вспомнить историю таких ходких объектов, как горицвет[1], издавна употреблявшийся на Украине от водянки. О его лечебном свойстве узнал у знахарки в 1880 г. доктор Бубнов и, после соответствующей научной проверки в клинике доктора Боткина, ввел в нашу медицинскую практику. Хинная корка — народное средство индейцев.

Таких примеров мы знаем много, а для многих растений, ныне применяемых, нить истории теряется в древности».

В древности врачи использовали солнечные лучи, минеральные вещества и, несомненно, фитонциды растений. Известно, что еще древнеегипетские врачи, не имея никакого представления о бактериях, находили в природе очень мощные бактерицидные вещества, умели великолепно предохранять от гниения трупы, мумифицировать их.

Конечно, нет надобности возвращаться к далекому прошлому человечества. Но в свете современных научных данных, в частности в свете исследований по фитонцидам, многое из прошлого народной медицины представляется интересным, не лишенным практического значения и на сегодняшний день.

В 1963 году весь мир облетела весть об уникальной археологической находке: близ Рима обнаружен саркофаг с телом 7—8-летней девочки, погребенной около 1800 лет назад. У ма-

[1] Горицвет используется в медицине в качестве сердечного средства.

ленькой красавицы сохранились мягкие ткани, прелестные брови, ресницы, коса; за полуоткрытыми губами — совершенно белые зубы, в ее черепе обнаружены остатки мозга. Такая исключительная сохранность тела действительно достойна удивления. Ведь речь идет о временах, когда никакого представления ни о микробах, ни об истинной причине гниения и плесневения, конечно, не было.

Приемы уничтожения микробов найдены во второй половине XIX века благодаря научным открытиям Л. Пастера и И. И. Мечникова. Тогда же английский врач Листер впервые в истории хирургии применил при операции больного марлевую повязку, смоченную карболовой кислотой. С тех пор пошел бурный период успехов медицины, биологии, физики, химии, и... все-таки мы кое-что не понимаем в искусстве мумификации древних врачей. В наше время мумификатор удаляет почти все мягкие ткани, сильно изменяет оставшиеся ткани химическими средствами и создает безмикробную среду в саркофаге.

Древние врачи несомненно использовали при мумификации фитонциды. Искусство мумифицирования неоднократно менялось на протяжении столетий, и нам неизвестны подробности. Вероятно, как правило, внутренности трупа и мозг вынимали, труп тщательно обмывали и клали на длительное время в раствор соли. После этого высушивали. Внутренние полости набивали глиной, песком и обильно вносили ароматические смолы, а также лук. Затем обматывали мумию полотняными бинтами, пропитанными смолами.

Профессор микробиологии Ф. В. Хетагурова изучала бактерицидные свойства неизвестных смолистых веществ, применявшихся древними египтянами при бальзамировании трупов. Из египетского отдела Государственного Эрмитажа в Ленинграде ей дали кусочки тканей, найденных вместе с трупом фараона, бальзамированного три тысячи лет тому назад. Хетагурова посеяла бактерии на питательный агар и положила кусочек ткани. В окружении ткани бактерии не размножились, образовалась стерильная зона!

Возвратимся к «спящей красавице». Ученые, изучая ее, высказали много догадок. Они уверены в том, что по восточным обычаям тех времен тело было обмыто в пальмовом вине, сезамовом масле и покрыто нарезанным луком. При вскрытии саркофага красавицы, как пишут присутствовавшие медики, в лицо ударил острый аромат неведомых трав. Медики решили, что при бальзамировании были применены неизвестные консервирующие вещества.

Доктор Де Дзордзи — химик из Римского института судебной медицины — говорил: третий день моя ладонь, на которую на конце булавки нанесли крошечную каплю бурой жидкости, пахнет чуть хвоей, немного какими-то неведомыми цветами. Эту жидкость мы извлекли из ткани, которой была обернута девоч-

ка. При бальзамировании она была запелената в трехслойную ткань — шелковую и две льняные.

По мнению врачей, основой неизвестных жидкостей, использованных при бальзамировании, был экстракт из эвкалиптов. Как попал экстракт эвкалиптов — обитателей Австралии — в руки римских врачей, сказать трудно. Может быть, эта девочка была знатной египтянкой, оказавшейся в Риме? Над ней был совершен обряд, который не практиковался в Риме. Если действительно при бальзамировании девочки были использованы фитонциды эвкалиптов, то это очень интересно в свете современных данных. Ленинградка В. Я. Родина давно доказала, что бактерии, нанесенные на листья эвкалиптового дерева, погибают от выделяющихся фитонцидов. А другая ленинградка доктор С. Я. Хлопонина успешно лечила панариции (гнойные воспаления пальцев) экстрактом из листьев эвкалиптов. Этот экстракт применялся врачами даже для обеззараживания брюшной полости при перитонитах.

Как только не используются фитонцидные свойства эвкалиптов! Ингаляции, примочки и промывания при заболеваниях верхних дыхательных путей, в лечении ран, в гинекологической практике, применяются для оздоровления малярийных местностей и т. д. Антимикробные свойства разных эвкалиптов, по-видимому, в общем одинаковы. С. А. Вичканова сообщила в 1971 году, что антибактериальные свойства эвкалипта прутьевидного не уступают свойствам эвкалиптов шаровидного и пепельного. Он подавляет рост золотистого стафилококка, кишечной палочки, дизентерийной амебы и других микроорганизмов. Как увидим впоследствии, фитонциды эвкалипта подавляют и вирус гриппа.

Не случайно название «эвкалипт». По-русски это слово означает «хороший воздух». В Австралии эвкалиптовые деревья зовут «деревьями чудес», «деревьями жизни»... Да и лук, который применялся древними врачами, неплохое растение!

Открытие фитонцидов проливает некоторый свет на искусство мумификации древних врачей. Становится понятнее настойчивое использование народной медициной в разных странах в течение столетий лекарственных растений, обладающих мощными фитонцидными свойствами. Не случайны постоянно встречающиеся в древних документах указания на ароматические вещества, бальзамы, окуривания и т. д.

Современная научная медицина столь возмужала, что без всякого риска может оглянуться на свое историческое детство и развитие. Когда изучаешь историю народной медицины разных стран, невольно поражаешься большому значению, какое придавалось растениям. Добрая половина и современных научных лекарственных средств — это препараты растений.

Открытие фитонцидов никак не было связано с народной медициной. Но теперь, спустя полстолетия, многочисленные ис-

следования позволяют нам смело сказать больным: бойтесь знахарей, не прибегайте к их «всезнайству», вы можете погубить себя! Читатель поймет нас, когда мы в то же время смело говорим ученым-врачам: помните, что все полезное в современной медицине добыто и гениями науки, и многими поколениями никак не отмеченных в книгах талантливых тружеников народной медицины прошлых веков, помните, что в народной медицине все еще имеется богатейший кладезь мудрости, выстраданный человечеством в борьбе с болезнями в течение длинного пути донаучной медицины. Вот почему свою книгу о фитонцидах, изданную в 1942 году под названием «Бактерициды растительного происхождения (фитонциды)», я посвятил великому сыну французского народа Луи Пастеру и неизвестным труженикам народной медицины.

И в настоящее время научная медицина должна присматриваться к народной медицине. Примером служит народное средство «маралий корень». Это корни растения левзея. Олени маралы осенью, перед наступлением брачных боев, охотно поедают корни растения. Около двадцати лет назад ученые-медики доказали, что не случайно инстинкт гонит оленей к растению левзея: оно тонизирует организм, усиливает его жизненные функции. Теперь в широкой медицинской практике при лечении человека используют целебные свойства левзеи с той же, в сущности, целью, с какой инстинктивно отыскивает это растение и олень.

Не будем стыдиться подражания оленям. За миллионы лет эволюции животные в своей жизнедеятельности были неразрывно связаны с растениями. Вырабатывались и инстинкты, которые нам еще неясны. Почему, например, заболевшая собака бежит искать растения? Нужно изучить поведение собак при болезнях. Это не зазорно для ученых.

Открытие фитонцидов проливает некоторый свет на полное загадок преклонение народной медицины перед могущественным лечебным действием многих растений. Становится понятным, в частности, почему в разных странах в течение столетий и тысячелетий пользовались луком и чесноком как лечебными средствами.

Древние египтяне более четырех тысяч лет назад лечили луком и чесноком многие болезни. Фараоны приказывали давать рабам, строившим пирамиды, большое количество чеснока. Чесноку придавалось такое значение, что люди клялись чесноком. Древние египтяне знали о целебных свойствах нескольких сотен растений: алоэ, акации, аниса, белены, льна, лотоса, мака, мяты, можжевельника, дурмана, клещевины.

Известно, как дорого ценили лук в средние века, в эпоху крестовых походов. В 1250 году французы выменивали своих пленных у сарацинов по цене восемь луковиц... за человека. Какая вера была в лук! Какой «народно-медицинский» фана-

тизм! Впрочем, луки и чесноки и в наше время столь удивляют ученых, что слушатели моего выступления по радио в Киеве, кажется, простили меня, когда я патетически произнес: «Я атеист, но утверждаю: все растения развивались по Дарвину, только чеснок и лук создали боги!»

Поразительна «вера» в целебные силы чеснока. Великая певица Антонина Васильевна Нежданова в 1915 году заболела дифтеритом. В своих воспоминаниях она пишет: «В течение двух месяцев дифтерийные палочки держались. Однажды я поела всласть чеснока (как украинка, я имею к нему пристрастие), и это оказалось самым лучшим средством. На другой же день анализ показал полное отсутствие палочек. Я всегда признавала и признаю прекрасное действие чеснока на организм»[1].

Индусская, китайская и тибетская медицина широко использовала лук и чеснок как лекарственные средства. Русские славяне великолепно знали целебные свойства лука и чеснока. Особенно внимательно следует изучать богатейшее наследие тибетской медицины, народной медицины Индии. В древней тибетской медицине было восторженное преклонение перед растением. Вот одна из страниц учебника тибетской медицины:

«Однажды я слышал, что говорилось так. Существует сооруженный из пяти родов драгоценностей несравнимый чертог — местопребывание отшельников, город лекарств, именуемый Ненаглядным. Убранством этого чертога являются украшения многоразличными драгоценными лекарственными снадобьями. При помощи этих драгоценных снадобий исцеляются 404 недуга... умеряются воспалительные болезни и согревается болезненный озноб; приводятся в доброе согласие 80 000 немощей и исполняется по желанию все задуманное. На южной стороне этого города, на горах, именуемых Нэбтелухчи и исполненных сил солнца, расположен сад с растениями сенбруота (гранат), налишам (черный перец), бибилин (перец), изидрага (стручковый перец) и прочими лекарственными, уничтожающими озноб. Ароматом этих благовонных, красивых и приятных лекарств, целебными свойствами коих исполнены их корни, стволы, ветви, листья, цветы и плоды, уничтожаются у всех болезней ознобы.

На северной стороне этого города, на горах, именуемых Цасату и исполненных сил луны, расположен сад с растениями узадам, агару, нимба, кетур (камфарное дерево) и прочими лекарственными, уничтожающими жар»*.

Конечно, в народной медицине всех стран много ложной религиозной таинственности и невежества, но есть и такие удачные лекарства, передававшиеся из поколения в поколение, что приходится только удивляться, как без всяких знаний о сущности болезней люди могли напасть на эти средства.

---

[1] См. кн.: Антонина Васильевна Нежданова. М., 1967, с. 123—124.

Кто не знает, например, что не так давно еще в дореволюционной России, когда в деревнях врачи мало кому были доступны, пользовались для лечения ран листьями подорожника. Сорвут пыльный лист, кое-как оботрут его и прикладывают к ране. Кажется, что может быть наивнее и ненаучнее! Всегда есть риск занести бактерии в рану. А в 1953 году рижский врач М. Русман доказала, что фитонциды листьев подорожника обладают бактерицидными свойствами, что можно приготовить из подорожника бактерицидный препарат и лечить им гнойные раны, длительно незаживающие язвы и другие заболевания.

Встает огромной важности вопрос: почему среди растений оказываются тысячи видов, имеющих лечебное значение для организма человека и млекопитающих животных?

На этот вопрос не так просто ответить, как может показаться с первого взгляда. Как мы видели, среди растений существует много ядовитых для человека и животных, но и много дающих нам самые разнообразные целебные вещества: желудочно-кишечные, сердечные, понижающие кровяное давление, мочегонные, кровоостанавливающие, болеутоляющие и т. д. и т. п. Вещества растительного происхождения затрагивают основные функции нашего организма — пищеварение, дыхание, кровообращение. Вспомним, далее, витамины, фитонциды и другие важные для человека вещества. Случайно ли это?

Еще несколько лет назад в биологии и медицине этот вопрос считался как бы спорным. Сейчас он бесспорен. Нет, не случайно растения занимают такое важное место в медицине.

Человек, царь природы, по биологическим масштабам времени очень молод. В биологическом смысле совсем недавно развилось от обезьяноподобных предков прямостоящее разумное существо. Мы не можем точно сказать, когда появились первые люди. Важно лишь подчеркнуть, что долгое время люди были жителями не городов, а лесов. Если принять за среднюю продолжительность жизни 50 лет и подсчитать, сколько поколений людей жило, положим, после ледниковой эпохи, то окажется, что было всего менее тысячи поколений.

За такой короткий в биологическом смысле срок основные жизненные отправления: питание, дыхание и т. д. — не могли измениться настолько, чтобы не осталось следов тех взаимоотношений между нашими предками и другими животными и растениями, которые сложились за многие тысячи и сотни тысяч лет эволюции и которые обусловили строение и отправления пищеварительного тракта, легких, сердца, всего организма.

Вот почему закономерности, вскрытые на высших млекопитающих, положим на собаке или обезьяне, помогают понимать, что делается и в человеческом организме. Вот почему ядовитый алкалоид какого-либо растения, спасающий его от поедания травоядными животными, оказывается ядом и для человека. Вот почему растения, которые влияют на сердечную деятель-

ность млекопитающих, влияют сходным образом и на человека. Далеко не все, конечно, в отношении пищеварения, дыхания, кровообращения и других отправлений сходно у человека с кроликом, собакой или обезьяной, но люди, все более возвышаясь разумом над природой, продолжают оставаться детьми природы. Вот почему растительный мир не безразличен для человека; растительный мир продолжает быть богатым арсеналом известных и неизвестных целебных для человека веществ и сильных ядов.

Пожалуй, самый разительный пример дают так называемые алкалоиды (от арабского слова «алкали» — щелочь и греческого «ейдос» — подобный). Все они не безобидны для человека, им свойственно сильное физиологическое действие, влияющее на многие жизненные отправления. Это и морфий (морфин), и кофеин, и никотин. Одни алкалоиды расширяют просветы кровеносных сосудов (атропин), другие возбуждают дыхание (лобелин), а некоторые расслабляют мышцы (тубокурарин). Стрихнин, эфедрин, кодеин — десятки, сотни алкалоидов вошли в обиход медицинской практики.

Как врачи используют фитонциды высших растений

Итак, как мы уже говорили, почти половина лекарственных средств, которыми располагает современная научная медицина всех стран, это вещества высших растений. Около 2 процентов падает на лекарственные препараты, получаемые из грибов и бактерий (антибиотики). Более 80 процентов лекарств, применяемых при болезнях сердца, — растительного происхождения. Кстати сказать, ученые убедились в последние годы, что растения, издавна используемые медициной как лекарственные при разных болезнях, оказались в той или иной степени бактерицидными. Попробовали изучать лекарственные растения, произрастающие в Узбекистане. Из 45 растений 33 оказались с такими фитонцидными свойствами, что убивают бактерий тифо-дизентерийной группы. Среди них ажгон, анис, мята перечная, шалфей, конопля и другие.

1941 год. Тяжелая военная зима. Советские врачи вместе со всеми гражданами до предела напрягали свои силы для помощи армии. Все достижения медицины были использованы для лечения раненых воинов.

Лет сто тому назад во время войн люди умирали чаще от инфекций, бактерий, поджидавших ослабленный раной организм, чем непосредственно от ранения. Врачи еще не знали правил обеззараживания, правил асептики и антисептики. Ведь они начали развиваться лишь за последние 100 лет.

В первый же год Великой Отечественной войны стал остро вопрос о новых антисептиках, и здесь врачи столкнулись с труд-

ностями. Медицине требуются не просто вещества, убивающие бактерий. Ведь не польешь серной кислотой или концентрированной сулемой рану, не введешь их в больной кишечник. Антисептик, убивая бактерий, не должен вредить тканям организма. Но еще лучше, если антисептик, убивая заразное начало, одновременно стимулирует жизнедеятельность тканей, создает условия для дальнейшей успешной борьбы самого организма с болезнью.

В современной гнойной хирургии много трудностей, возникших в связи с тем, что некоторые микроорганизмы «приспособились» к антибиотическим препаратам. Так как я убедился в изумительных свойствах лука и чеснока и так как эта книга увидит свет в юбилейные годы (пятидесятилетие учения о фитонцидах), читатель не осудит меня за рассказ о первых шагах в медицинскую практику, сделанных исследователями фитонцидов.

Сначала проводились опыты на кроликах и крысах. Убедились, что летучие фитонциды лука стимулировали заживление кожных ран. «Обработка» ран летучими фитонцидами производилась в течение 3—5 минут один раз в день. После многих опытов лечения гнойных ран у животных хирург А. Г. Филатова и патологоанатом, ныне академик Академии медицинских наук И. В. Торопцев с «благословения» выдающегося хирурга А. Г. Савиных и моего осуществили в 1941 году лечение гнойных ран в госпитале, а вскоре в военных госпиталях нашей страны фитонцидотерапия получила широкое распространение. Главный хирург армии выдающийся ученый Николай Нилович Бурденко специально встретился с Торопцевым и мною и также рекомендовал военным хирургам использовать фитонциды в лечении гнойных ран. Эта страничка истории отечественной военной хирургии подробно описана мною в книге «Фитонциды», изданной в Москве в 1951 году.

Мощное бактерицидное влияние фитонцидов лука снимало тормозящее действие инфекции в ходе регенерации гнойных ран.

А что, собственно, делали Филатова и Торопцев? Как они лечили фитонцидами долго незаживающие гнойные раны после ампутации голени и бедра? Натирали на терке лук, быстро собирали кашицу в стеклянный сосуд и подносили на 8—10 минут открытый конец сосуда к гнойной ране. Как просто и прозаически звучит это, и какая большая радость была у врачей, наблюдавших за изумительным влиянием обыденного лука на заживление ран. Лечили 36 больных. Академик Академии медицинских наук С. П. Карпов изучал микрофлору ран у 20 из этих больных. Опарение летучими фитонцидами приводило к гибели значительного количества бактерий раны — стафилококков, стрептококков, диплококков и дифтероидных палочек. Оценивая бактерицидную силу фитонцидов, Карпов писал: «При стерилизующем действии фитонциды ведут обычно к столь

быстрой смерти бактерий, что это явление можно сравнить с действием высокой температуры...»[1].

Обыденные растения, тысячелетиями взращиваемые человечеством, в частности лук и чеснок, дают в руки врача неизмеримо более мощное орудие в борьбе с патогенными микробами и паразитическими простейшими, чем многие популярные антисептики. Когда сама природа преподносит прекрасное оружие в борьбе с патогенными бактериями и паразитическими простейшими, нужно с любовью извлечь в интересах человека из нее все, что можно, и предпочесть дурно пахнущие чеснок и лук некоторым общепризнанным агентам, препаратам золота и других металлов, если последние уступают по своим свойствам веществам, созданным эволюцией природы.

Теперь, спустя много лет, можно спокойнее взвешивать все удачи и неудачи попыток превращения фитонцидов в лекарственные средства, попыток сознательного использования целебных сил растений.

В военные годы главное внимание во всех странах было привлечено к фитонцидам низших растений — к целебным веществам бактерий, грибков, актиномицетов. Тогда были открыты пенициллин, грамицидин и стрептомицин и широко внедрены, особенно первый, в медицину. Фитонцидам высших растений значительно менее посчастливилось. Лишь в последние годы им начали уделять большое внимание врачи, химики и бактериологи.

Самым надежным бактерицидом среди всех, открытых наукой, является наш собственный организм, если он здоров. Когда организм здоров, он не нуждается ни в каких антисептиках, а когда он болен, то в большинстве случаев даже самые удачные антисептики могут играть лишь роль помощников. Если развивается заразная болезнь, например дизентерия, значит, организм не справляется с вредными бактериями, и врач принужден вводить тем или иным способом надбавку к собственным защитным силам человека.

Целебные вещества растений — фитонциды в некоторых случаях и служат спасительной надбавкой. Это и понятно. Способность защищаться от микроорганизмов развивалась различными путями у животных и растений. К растениям приспособились в ходе эволюции одни паразиты, а к животным — другие. Мы уже знаем, что туберкулезная палочка не может принести никакого вреда растениям, так же как для человека совершенно безвредны грибки и бактерии, вызывающие болезнь черной смородины или чеснока. Уже это обстоятельство дает великолепные возможности использовать фитонциды в медицине.

Летучие фитонциды апельсина и лимона в 40—50 раз сильнее убивают болезнетворных для человека бактерий, например

---

[1] Карпов С. Действие фитонцидов на бактерии и вирусы.— В кн.: Фитонциды. Томск, 1944.

дизентерийную палочку, чем бактерий, болезнетворных для растений, например бактерию цитрипутеале, вызывающую болезнь лимонного, мандаринового и апельсинового деревьев.

Есть еще одно очень важное соображение, позволяющее надеяться на успех превращения фитонцидов в лекарственные средства. Среди многих сотен исследованных растений наиболее мощными в отношении болезнетворных для человека бактерий оказались обыденные растения, тысячелетиями используемые человеком в пищу и, как правило, безвредные для него: хрен, лук, горчица, чеснок и другие. К этим растениям не приспособленными оказались наиболее злые для человека микробы. Прекрасное целебное средство пенициллин бессилен в отношении ряда бактерий, нестойких к фитонцидам пищевого растения — чеснока. Фитонциды чеснока убивают возбудителей брюшного тифа, паратифов, дизентерии, холеры, виновников гнойных воспалений среднего уха, гнойных процессов в легких, гнойных кожных ран; фитонциды чеснока убивают многих бактерий, вызывающих болезни растений; они же убивают различных низших грибков — возбудителей кожных заболеваний, виновника болезни картофеля — фитофтору, дрожжевых грибков и т. д. Фитонциды чеснока, как мы уже знаем, обладают и исключительной протистоцидной силой. Не меньший размах действия и у других пищевых растений, например у хрена. Понятен большой интерес, проявляемый медициной к фитонцидам пищевых растений.

Многие болезни пытались лечить фитонцидами. Мы приведем лишь отдельные примеры. Ни о каких подробностях, представляющих интерес для врачей, мы говорить не будем. Само собой разумеется, читатель не найдет здесь рецептов лечения тех или иных болезней. Без назначения врача фитонциды, как и другие лекарства, использовать нельзя.

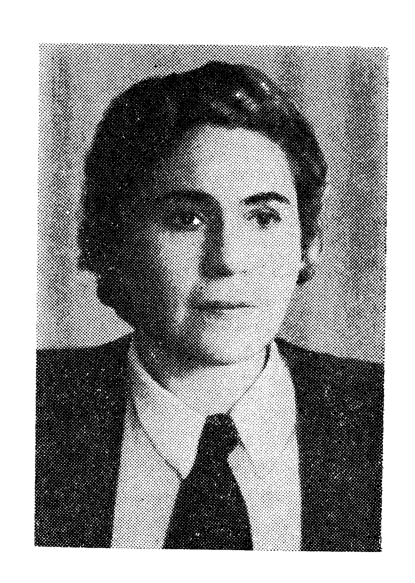
Надо считать успешным лечение фитонцидами заболевания кишечного тракта — дизентерии, вызываемой бактериями и называемой бациллярной в отличие от амебной дизентерии, виновником которой является одноклеточный животный организм энтамеба гистолитика.

Первыми исследователями в этой области являются доктор С. Д. Белохвостов (Новосибирск), профессор Т. Д. Янович (Томск), профессор С. Я. Блинкин (Кишинев) и профессор С. И. Ратнер (Москва). Только профессор Ратнер вылечил фитонцидами чеснока около 400 больных дизентерией. Лечили больных натуральными соками растений, не обрабатывая их никакими химическими способами; лечили и специальными препаратами, полученными химическим путем из пищевых растений.

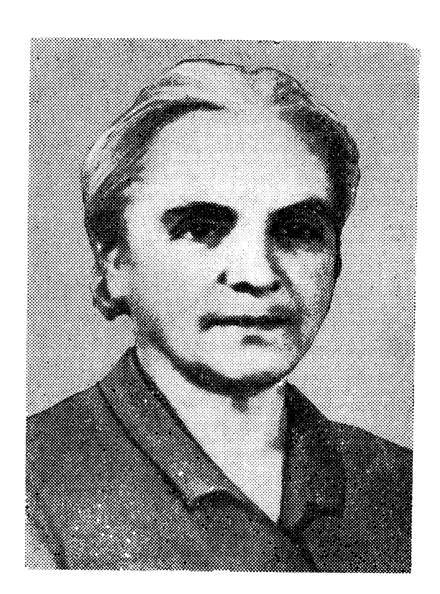
Профессор Янович еще в 1944 году получила из чеснока препарат, названный ею сативином. Сативин почти не изменяется в течение года, его фитонцидные свойства сохраняются. Есть и еще одно преимущество сативина: содержащиеся в нем



Профессор микробиологии
и фитопатологии
Ф. В. Хетагурова



Микробиолог
член-корреспондент
Академии наук УССР
профессор В. П. Тульчинская



Микробиолог С. И. Зелепуха



Микробиолог
профессор Т. Д. Янович



Подполковник медицинской службы врач И. Е. Новиков



Профессор биологии
Ф. А. Гуревич



Геоботаник А. А. Часовенная

действующие вредные для бактерий начала сконцентрированы в 10—60 раз больше по сравнению с естественным соком. Разведенный дистиллированной водой в 1000 раз, сативин остается сильнейшим ядом для дифтерийной бактерии, холерных вибрионов и туберкулезной палочки. Дизентерийные бактерии менее чувствительны к сативину: они убиваются сативином, если он разведен не более чем в 300—350 раз. Однако и такой бактерицидной мощности достаточно для практических медицинских целей. Доказано, что сативин является безвредным веществом. Эти и другие важные свойства сативина позволили профессору Янович и доктору Белохвостову использовать его при лечении дизентерии. Около 300 детей младшего возраста исцелили смелые исследователи-новаторы.

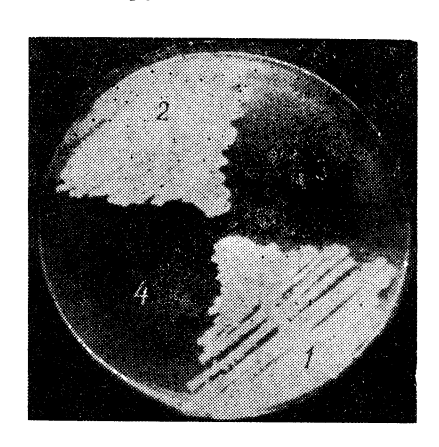


Рис. 54. Дизентерийные **микробы, обработанные** препаратом из антоновских яблок и калгана, погибли.

1 — контроль; *2—4* — **бактерии,** подвергнутые воздействию: *2* — сульфатиазола, *3* — **антоновских** яблок, *4* — калгана.

Большого внимания заслуживают работы В. Г. Граменицкой и Е. М. Данини. Они доказали, что фитонцидные препараты из антоновских яблок, листьев и плодов черной смородины, корней очень распространенных растений калгана и кровохлебки, плодов кизила и желудей дуба великолепно убивают дизентерийных микробов. Фитонциды антоновских яблок убивают и такие дизентерийные палочки, которые приспособились к лучшим современным противодизентерийным средствам — к особым химическим веществам, сульфаниламидным препаратам — сульфатиазолу и другим.

Посеем эти «злые», устойчивые ко многим лекарствам виды дизентерийной палочки на питательную среду. Займем посевом не всю чашку, а только один участок (рис. 54). Напротив него на таком же приблизительно участке посеем микробов, подвергшихся действию убийственного для многих видов дизентерийной палочки препарата — сульфатиазола. На остальных двух участках чашки посеем тех же бактерий, но находившихся в препаратах из антоновских яблок и калгана. Создадим теперь самые хорошие температурные условия для роста дизентерийных палочек.

Пройдет 12 часов, и мы будем удивлены поразительным результатом: роскошный рост в контрольном и сульфатиазольном участках и полное отсутствие роста бактерий, обработанных

препаратами из антоновских яблок и калгана! Даже испытанное очень хорошее лекарственное средство — сульфатиазол — оказалось бессильным в отношении этого вида дизентерийной палочки, а обыкновенное антоновское яблоко убивает ее!

И среди непищевых растений обнаружены фитонциды, хорошо убивающие дизентерийную палочку. Таково травянистое растение бадан (рис. 55). Особенно интересным оказалось растение, известное под названием кровохлебки (рис. 56). Почти на всей территории нашей страны растет это лекарственное растение.



Рис. 55. Бадан.

Рис. 56. Кровохлебка.

Кладезь драгоценнейших веществ нашли биологи, химики и врачи в иглах и коре хвойных деревьев, особенно пихты. Ленинградец лесотехник В. Солодкий вместе с другими специалистами предложил использовать отходы переработки хвойных растений. Много раз упоминаются в нашей книге их чудесные фитонцидные свойства. Они содержат большое количество витаминов, и вполне оправдано было использование веток хвойных деревьев в трудные годы Великой Отечественной войны. От одной сосны можно получить до 10 килограммов хвои, а из них — столько витамина С, что его хватит для человека на весь год. Еще более драгоценна хвоя кедра, издавна применяемая как противоцинготное средство.

Теперь широко используются фитонцидные и иные свойства хвойных: приготовляют хвойные экстракты для ванн, лесную

«пасту Солодкого», которую употребляют для лечения ран, ожогов и т. п. Антимикробные свойства хвойных растений удивляют даже исследователей фитонцидов. Так, смолы и живицы хвойных растений действуют в отношении бактерий дифтерии бактерицидно в столь высоких разведениях, что превышают активность многих биологических антисептиков — пенициллина, грамицидина и других. А. Е. Витгефт доказала, что уже в первые минуты соприкосновения с экстрактами коры пихты дифтерийные палочки убиваются.

Ленинградский биохимик профессор П. А. Якимов с известным всей стране хирургом профессором Н. Н. Петровым приготовили из живицы сибирской пихты препарат — лечебный бальзам, который они с большим успехом применяли в годы Великой Отечественной войны для лечения ран. Этот препарат обладает и бактериоубивающими свойствами, и способностью стимулировать регенерацию тканей.

И после своей смерти хвойные продолжают служить людям. При особых условиях, которые сложились на побережье Балтийского моря, образуется янтарь. Это прелестное вещество — подарок людям от прародителей теперешней сосны, живших миллионы лет назад. Янтарь — измененная, окаменевшая в песках смола хвойных.

Профессор Фатима Васильевна Хетагурова утверждает, что фитонциды не только предохраняют живые ткани растений от размножения в них микробов, но и одновременно поднимают жизненный тонус растения. Когда изменяются нормальные условия жизни растения, когда оно травмируется или происходит заражение его бактериями или грибами, тогда особенно бурно выделяются фитонциды, но они, как предполагает Хетагурова, не только оказывают антимикробное действие, но и поддерживают растение, как бы оживляют его. Ведь продуцирование фитонцидов не может происходить обособленно от других физиологических процессов.

Хетагурова провела исследование янтаря в лабораторных условиях и в условиях открытого и закрытого грунта. Что же оказалось? Янтарь сохраняет летучие фитонциды, но что особенно интересно, он на расстоянии стимулирует рост растений. Посмотрите, говорит Хетагурова, на растительный мир Прибалтики! Это родина крупнейших залежей янтаря! Здесь на песчаной почве, в условиях, не таких уж благоприятных, растительные организмы чувствуют себя, в густых зарослях, очень хорошо. Янтарю принадлежит несомненно большая роль. Янтарь, эти «слезы» хвойных деревьев, не только одна из благороднейших драгоценностей, украшающих женщин, но и стимулятор жизни растений.

При использовании фитонцидов пищевых и непищевых растений для борьбы с микробами, вызывающими болезни пищеварительных органов, важно знать, сохраняются ли бакте-

рицидные, протистоцидные и противогрибковые свойства фитонцидов при введении их в желудочно-кишечный тракт.

Было бы бесполезно вводить фитонциды, если бы микробоубивающие вещества переваривались слюной, желудочным и кишечным соками. Вопрос этот значительно разрешен А. И. Готлопаковой, которая изучила взаимодействие фитонцидов хрена, чеснока, лука, редьки и корней кровохлебки со слюной и желудочным соком. Микробоубивающие свойства этих растений сохраняются в желудочно-кишечном тракте и не только не мешают, а даже способствуют выделению в желудок и кишечник важных для пищеварения веществ. Профессор С. Я. Блинкин получил фитонцидные препараты из винограда и черной смородины.

Энтузиаст-ученый, военный врач, подполковник медицинской службы Иван Ефимович Новиков разработал оригинальный способ лечения заразных желудочно-кишечных заболеваний и некоторых заболеваний легких. Он совершенно отошел от обычных способов в медицине — от порошков, от целебных жидкостей, даваемых больному в пищу, от лекарственных веществ, вводимых в кровь. Новиков лечил больных исключительно летучими фитонцидами. Он вместе с инженером И. И. Антоновым изобрел аппарат, который позволяет врачу подавать больному непосредственно в легкие и в кишечный тракт только летучие фитонциды, притом в точно определенных количествах.

Летучие фитонциды, вводимые аппаратом Новикова непосредственно в кишечник, в короткие сроки убивают дизентерийных микробов и возвращают больному здоровье. Сам Новиков под постоянным строгим контролем других врачей, сомневавшихся в новом способе, излечил 1500 больных заразными желудочно-кишечными заболеваниями!

Я преклоняюсь перед такими людьми, как Иван Ефимович, свято чту память о нем. Хорошо помню его бескорыстную, полную трагедий борьбу за новые способы лечения. На первых порах он встречал только противодействие: скептики решительно возражали против лечения летучими фракциями фитонцидов чеснока, возражали против использования аппарата Новикова—Антонова. Однако были и дни радости у энтузиаста науки. В 1959 году Саратовский медицинский институт присвоил врачу ученую степень за лечение бактериальной дизентерии летучими фитонцидами чеснока. Вспоминается, с каким огромным интересом слушали Новикова на Всесоюзном совещании по фитонцидам, изучали устройство созданного им аппарата.

В 1977 году ушел из жизни кристально чистый человек. Его открытие — славный эпизод борьбы ученых за новую, созданную советской наукой проблему. Невозможно предусмотреть дальнейшую судьбу открытия Новикова. Хочется думать, что открытие это воскресят ученые, ибо нельзя допустить, чтобы успешные новаторские работы оказались забытыми. Да услышат эти

слова медики, знавшие Ивана Ефимовича. Пожелаем им продолжить исследования Новикова.

Эволюция бактерий в некоторых отношениях происходила весьма благоприятно для человека. В кишечнике здорового человека всегда есть бактерии, которые называются кишечными палочками. Известно более полусотни кишечных палочек. Все они имеют одно название, но различаются какими-то особенностями. Кишечная палочка, вообще говоря, не более стойка, чем дизентерийная, к различным вредным влияниям. Но кишечная палочка гораздо устойчивее к фитонцидам пищевых растений, чем дизентерийные бактерии. Она оказалась приспособленной к фитонцидам именно пищевых растений. Это и понятно. Люди из поколения в поколение используют растительную пищу, и если бы кишечная палочка была нестойкой к фитонцидам, то она давно бы погибла.

Кстати сказать, при нормальном состоянии организма кишечная палочка не представляет никакой опасности. Более того, ученые доказывают, что эти бактерии полезны для человека. Выработан даже своеобразный способ лечения дизентерии приемом с пищей препарата из кишечных бактерий. Кишечные палочки являются врагами дизентерийных бактерий и, как думают некоторые ученые, помогают человеку в борьбе с болезнью.

Вопросы о жизни бактерий, низших грибов и простейших внутри организмов разных животных давно интересовали специалистов, особенно вопросы симбиоза — такого сожительства, которое полезно и микроорганизмам, и хозяину.

Как в желудочно-кишечном тракте человека существует сообщество (биоценоз) микроорганизмов, сложившееся за миллионы лет развития организмов людей и наших предков, так, наверное, нет ни одной птицы, ни одной лягушки, вообще ни одного вида животного, в теле которого мы не смогли бы обнаружить эволюционно сложившееся сообщество микроорганизмов, отнюдь не вредное, а совершенно нормальное. Ученые нашли 125 видов микроорганизмов, постоянно встречающихся в пищеварительном тракте водяной крысы, у ондатры их 79, у полевки-экономки — 49 и т. д.

Многие из этих микроорганизмов играют важную роль в иммунитете организмов-хозяев, так как благодаря своим фитонцидам они могут подавлять размножение болезнетворных микробов, если те попадают в организм. Нормальная микрофлора пищеварительного тракта здорового животного участвует в пищеварении организма-хозяина, в образовании витаминов и аминокислот и, как уже говорилось, в защите организма от болезнетворных бактерий. Превосходную книгу об этом написал И. Н. Гриценко. Она вышла под названием «Микрофлора мелких млекопитающих Западной Сибири» в Новосибирске в 1971 году.

Оригинальный способ лечения гнойных ран адсорбированными фитонцидами чеснока предложил доктор А. В. Колодин. Приготовляется сок чеснока. В стеклянном сосуде сок помещается так, что улетучивающиеся фитонциды поглощаются физиологическим раствором, то есть водой, в которой растворена поваренная соль определенной концентрации. И вот эта вода с солью, содержащая летучие фитонциды, оказалась превосходным средством при лечении ран и ожогов, а также некоторых видов язв — трофических и варикозных. Способ простой: на рану кладется марлевая салфетка, смоченная препаратом Колодина. Многолетние исследования Колодина и его соработников привели в семидесятые годы к созданию доступных всем врачам методических рекомендаций по применению открытого ими способа использования фитонцидов.

Начало перспективным работам по адсорбции летучих фитонцидов положила в 1952—1955 годах микробиолог Екатерина Михайловна Данини. Я глубоко огорчен тем, что ряд обстоятельств не позволил вовремя опубликовать результаты ее интереснейших экспериментов...

На дне стеклянного сосуда емкостью 150 кубических сантиметров помещалось часовое стекло, на котором находился тот или иной адсорбент. Вокруг стекла распределялась свежеприготовленная растительная кашица испытуемого растения в количестве 10 граммов. Сосуд ставился на 12 часов в термостат. После этого изучаемое вещество с адсорбированными летучими фитонцидами испытывалось на его противомикробные свойства.

Какие вещества были адсорбентами? Крахмал, касторовое масло, активированный уголь, физиологический раствор, водопроводная вода и т. д. Источником летучих фракций фитонцидов в большинстве опытов служил чеснок. Оказалось, что адсорбированные фитонциды длительное время сохраняли свои свойства убивать протозоа и бактерии — золотистый стафилококк, продигиозум, мегатериум, дизентерийную палочку и другие.

Большое бы дело сделали ученые-медики, если бы использовали методики Данини при лечении различных желудочно-кишечных, легочных и иных инфекционных заболеваний. Данини адсорбировала, в частности, на антибиотических препаратах — стрептомицине, пенициллине — летучие фитонциды чеснока. Оказалось, такое комбинирование фитонцидов низших и высших растений резко усиливает противомикробные свойства препаратов.

Значительных успехов добились в Ашхабаде профессор Я. Л. Коц и его сотрудники в лечении фитонцидами гнойно-воспалительных процессов среднего уха. По пути Коца пошли и другие врачи, притом с не меньшим успехом, например доктор Г. А. Мустафаева в Баку, сделавшая под руководством профессора М. Я. Полуянова очень полезные наблюдения.

Чем только не лечили хронические гнойные заболевания среднего уха во времена «допенициллиновой эпохи». Использовали и физические, и химические способы, и электротерапевтические, и грязелечение, и хлоротерапию и т. д. Окрылили надежду специалистов по уху, горлу и носу открытия антибиотиков из низших растений. Их прекрасный «бенефис» продолжался не один год. А затем все больше стала давать знать адаптация болезнетворных микробов к новым антисептикам. Повысился интерес к фитонцидам высших растений. В 1969 году опубликовала свое исследование Мустафаева. Ее способ лечения очень простой и доступный.

Луковицы чеснока очищали от сухих листьев, измельчали, а затем механическим путем в фарфоровой ступке превращали в кашицу. Ее выжимали через марлевую салфетку. Полученный сок чеснока разбавляли водой в 10 раз. После тщательного туалета уха закапывали в наружный слуховой проход 5—8 капель раствора. Через 10—15 минут капли чеснока выливали из уха. Более половины больных хроническим гнойным отитом выздоровели, а у примерно пятой части наступило значительное улучшение! Всего больных было 104, из них 67 страдали свыше десяти лет. Снова и снова приходит мысль: надо ли быть чванливым в свете безусловно прекрасных достижений современной науки и техники, надо ли гнушаться очень простых «народных» средств?

Много и других попыток использования чеснока в медицине сделано в шестидесятые и семидесятые годы. М. Я. Спивак удалил из прокипяченного сока чеснока раздражающие, токсические начала, сохранив его основные лечебные свойства. Спиваку этим препаратом (фитонцидином) удалось излечивать больных с хроническими лучевыми язвами, трофическими язвами, длительно не заживающими ранами.

В Ялте хирург Клавдия Архиповна Шевченко многие годы применяла ингаляцию летучих фитонцидов чеснока туберкулезным больным после удаления части легких. Фитонциды в этом случае играют бактерицидную роль и одновременно помогают регенерации легких. Шевченко использовала и сок чеснока, применяя его местно, после операции — вскрытия каверн у туберкулезных больных. Восстановительные процессы ускорялись.

Украинский академик Виктор Григорьевич Дроботько со своими учениками получил хороший лекарственный препарат из фитонцидов растения зверобоя пронзеннолистного, названный иманином. Оно изображено на рис. 57. Произрастает это растение повсеместно.

Зверобой — старинное народное лечебное растение. Отварами и настоями из него лечили желудочно-кишечные заболевания. Очень простым способом можно получить из тканей растения лекарственный фитонцидный препарат — иманин. Это

порошок темно-коричневого цвета; он не боится сильного нагревания. Иманин — не одно какое-либо вещество, а целый комплекс: дубильные вещества, хлорофилл и иные. Раствор его в воде обладает лечебными свойствами.

На сорока видах микроорганизмов ученые доказали бактерицидное действие иманина — на стафилококках, стрептококках, виновниках дизентерии, туберкулеза, коклюша и на многих других бактериях. Так, через 4 часа, независимо от количества стафилококков, микробов дифтерии и коклюша, все они умирают под влиянием иманина. Грибки же не поддаются действию иманина. Устойчивы к иманину и протозоа, они даже лучше размножаются в его растворах, правда, в случае небольших концентраций. Врачи заинтересовались свойствами иманина, к тому же его можно давать больному организму в очень удобных формах — и в виде растворов (в воде, спирте), и в виде мазей, и в виде порошка. Различные болезни удается лечить иманином. Острый насморк проходит уже через несколько часов после дачи больному иманина. Успешно борются иманином с гнойными воспалениями уха, и особенно поразительных успехов врачи добились при лечении ожогов. Иманин способствует восстановлению утраченных тканей. При лечении им ожогов не остается обезображивающих рубцов.



Рис. 57. Зверобой пронзеннолистный.

Мне довелось самому видеть человека, спасенного иманином после очень тяжелого ожога. А вот случилось несчастье с двухлетним ребенком: вся нижняя половина туловища и обе ноги были обварены кипятком. Одна треть всей поверхности тела оказалась обожженной! В очень тяжелом состоянии ребенок был доставлен в больницу: с температурой более 39 градусов, с пульсом 130 ударов в минуту и с плохим состоянием крови. Незамедлительно было начато лечение иманином. Уже на третий день состояние кожи улучшилось, температура и кровь стали нормальными, а через 12 дней организм с помощью иманина полностью справился с тяжелым повреждением трети всего тела!

Бакинский врач Ш. Р. Сафарли использовала для лечения глазных заболеваний две группы веществ: фитонциды чеснока

и лука и... нефть! Напрашивалась мысль воспользоваться бактерицидными и ускоряющими регенерацию тканей фитонцидами лука и чеснока для лечения роговицы глаза после ожогов. Но эти вещества обладают сильно раздражающим действием. Как же их подать с лечебной целью в такой нежный орган, как глаз? Врачи нередко уменьшают раздражающее действие лечебных веществ заключением их в масляные взвеси.

Сафарли и решила взять для смягчения раздражающего действия чеснока и лука нафталанскую нефть, которая сама по себе, по наблюдениям многих хирургов, обладает лечебными свойствами. Так была создана фитонцидно-нафталановая эмульсия. Сафарли вылечила своим способом несколько сотен людей с язвами роговой оболочки и ожогами глаз.

Разными дорогами идут исследователи; проходят месяцы и годы, новые опыты и мысли побеждают прежние, но все равно каждый энтузиаст науки входит в историю, если даже его имя будет забыто новыми поколениями ученых. Наука делается людьми, и, как говорил виднейший биолог нашей страны М. Д. Рузский, каждый деятель науки, большой или маленький,— это звезда. Одни ученые — яркие, крупные звезды, а другие светят поменьше, но также светят; и, если врачи, подобные Сафарли, бескорыстно и самоотверженно трудятся на научной ниве, спасая больных, такие врачи — звезды!

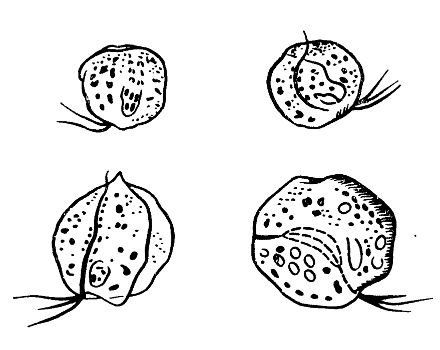


Рис. 58. Паразитическое простейшее — вагинальная трихомонада.

Фитонциды пытаются очень широко использовать при лечении болезней, вызываемых простейшими одноклеточными организмами.

В Саратове профессор А. М. Фой, в Омске А. С. Пшеничникова, в Виннице профессор Г. В. Тутаев, ленинградские, харьковские ученые, медицинские работники в иных городах излечили тысячи женщин от болезни, называемой трихомонадным кольпитом, при которой в половых путях сильно размножается одноклеточный организм трихомонас вагиналис (рис. 58). Научились делать специальные препараты из растений, но пользуются и естественными, натуральными фитонцидами многих растений — медвежьего лука, лука репчатого, хрена, можжевельника обыкновенного, сосны.

Трудно предвидеть все пути использования фитонцидов. Могут они пригодиться, например, и врачам-рентгенологам, и радиологам. Дело в том, что при лечении злокачественных опухолей рентгеновыми лучами и радиоактивными веществами

иногда требуются большие порции их, а выносливость к лучам здоровых тканей, также почти неизбежно облучающихся, нередко очень слабая. На этой почве развиваются новые болезни — лучевые поражения. Медицина располагает многими способами усиливать заживление тканей при поражении кожи, слизистого эпителия кишок, влагалища, мочевого пузыря и других органов, но не останавливается, естественно, на достигнутом и ищет новые способы лечения. Оказалось, что фитонциды желудей дуба и корней кровохлебки могут быть очень хорошими средствами [1].

Как уже говорилось, в СССР лучшим знатоком народной медицины является изумительный человек и ученый, профессор Адель Федоровна Гаммерман. Родилась она в 1888 году. Начиная с двадцатых годов нашего столетия ею воспитывались все поколения специалистов по фармакогнозии — науке о лекарственных растениях. Своей неустанной работой в течение шести десятилетий она превратила в гигантское научное дело то, что едва-едва начиналось при Петре Первом на Аптекарском острове Петербурга в те далекие годы, когда шведы — предки Адели Федоровны — остались в России и у нас обрели свою вторую родину. Как и многочисленные почитатели таланта Адели Федоровны, я преклоняюсь перед нею — скромнейшим человеком и большого масштаба ученым.

В целях предохранения от заразных болезней в Индии, и особенно у нас на Кавказе, широко распространено ношение луковиц чеснока на шее. На Украине для той же цели набивают в матрацы траву чабрец (по-латински «тимус серпиллюм») и посыпают ею пол, считая, что она освежает воздух и предохраняет от дряхлости и болезней. Ученым известно теперь, что летучие вещества чабреца обладают противомикробным действием.

В русской бане парятся березовыми вениками. Это, по мнению Гаммерман, можно также истолковать как использование летучих фитонцидов. Мы видели, что листья березы выделяют летучие фитонциды. Любопытно, что в старину при разных болезнях народ применял различные веники — из полыни, вереска и др.

Когда на Руси еще не было печати, создавались рукописные русские «травники» — описания лечебных средств. В травниках XVII века описывается «чепучинское сиденье». Чепучина — деревянная тесная камера, где сидел больной в парах разных распаренных растений. Это практиковалось при простудных заболеваниях, при ревматизме, при заразных болезнях. Занимались и ингаляцией паров эфирных масел растений. Вдыхали

---

[1] Щербина М. Г. Профилактика и лечение лучевых повреждений кожи и слизистых фитонцидами.— Вестник рентгенологии и радиобиологии, 1955, № 5.

пары скипидара, в Средней Азии вдыхают при простуде пары распаренной травы лаванда. При разных заболеваниях курят разные растения, например плоды якорцев (по-латински «трибулюс террестрис»), корень каперсов (каппарис спиноза). Китайцы вдыхают при туберкулезе пары распаренных ягод бархатного дерева. В народной медицине практиковалось окуривание больного сухим дымом, получаемым при сжигании разных трав и смол (которые, прежде чем сгорят, выделяют летучие вещества), например травы тимана, бензойной смолы. В тибетской медицине применяют особые свечки из смол для окуривания при насморке.

Гаммерман открыла, что у выдающихся тибетских врачей имелся рецепт курительной смеси, служившей для окуривания больного при инфекционных заболеваниях, причем одновременно очищался воздух всей комнаты. Хорошие результаты такого окуривания подтверждены опытом. Такой способ, конечно, гораздо удобнее, считает Гаммерман, чем наша дезинфекция формалином. Рецепт курительной смеси очень сложен, он содержит, между прочим, индийскую смолу «гугул» (растение ватика ланцеофолиа), душистое корневище китайского растения (гедихиум спикатус), корневище аира (акорус каламус), смолу «вонючая камедь» (ферула асса фетида), ряд других трав и корней, а для обеспечения медленного сгорания использовался уголь. Ученым предстоит исследовать, все ли здесь наивно и не окажется ли это, видоизмененное на основе новейших знаний о фитонцидах и бактериях, более хорошим дезинфицирующим средством, чем современные. В русских аптеках еще прошлого века тоже имелись курительные свечки, содержащие уголь, смолы и травы, но более простого состава и менее сильно действующие.

В «Русском народном травнике» 1871 года указывалось, что во время эпидемий прилипчивых болезней и моровых поветрий следует развешивать в комнатах длинные связки луковых и чесночных головок, чтобы их запахом очистить воздух и предотвратить заразу.

Но пора нам перейти снова к фитонцидам и рассказать не о народной медицине с ее великим прошлым и невежественными суевериями, а о строго научных экспериментах микробиолога М. А. Комаровой. Нельзя ли использовать фитонциды для обеззараживания от бактерий воздуха жилых помещений, школ, больниц, театров?

Особенно интересовали Комарову детские ясли, где находились больные коклюшем дети. В воздухе таких помещений, как их ни проветривай, всегда имеются бактерии. В течение десяти месяцев изучала Комарова, какие бактерии и в каком количестве находятся в воздухе детских яслей. Она выяснила, что летучие фитонциды игл сибирской пихты и растения багульника губительно действуют на многих бактерий — на стафилококков,

стрептококков, дифтерийную и коклюшную палочки. Комарова поставила простой, но очень смелый эксперимент. Не изменится ли состав и количество микробов в воздухе яслей, если вносить в помещение и разбрасывать на полу только что сорванные ветви пихты или багульника? Не окажут ли благотворного действия живые, неповрежденные ветви пихты и листья багульника? Так оно и оказалось. Все бактерии, носящиеся в воздухе, не убивались, но разбрасывание растений по полу благодаря выделению ими летучих фитонцидов раз в десять уменьшало количество микробов в воздухе. Врачи увидели к тому же, что при наличии небольших количеств багульника больные коклюшем дети спокойно спят и у них в ночное время нет приступов мучительного кашля. Это очень интересные опыты, но, конечно, ими положено лишь начало.

Комарова разработала простой способ получения бактерицидного препарата из хвои пихты: это спиртовые экстракты из хвои, собранной весной или летом (но не зимой!). Свежую хвою пихты измельчают и заливают десятикратным количеством 10-процентной взвеси поваренной соли в 70-процентном спирте. За 5 суток в темноте при комнатной температуре из хвои извлекают фитонциды. Затем препарат фильтруют и сохраняют в ампулах.

Каковы же бактерицидные свойства препарата? Дифтерийные палочки погибают полностью под действием испаряющихся летучих веществ, а также при помещении их в жидкость, если даже разводить препарат в сто двадцать тысяч раз. Гемолитические стрептококки погибают, как правило, под влиянием летучих веществ; погибают также стафилококки и другие микробы. Комарова с успехом использовала свой препарат для очистки от бактерий воздуха детских яслей. Препарат применяется в виде аэрозолей, распыляется в воздухе прибором, сходным с распылителями, имеющимися в пылесосах. Можно развести препарат в воде столь сильно, что на миллион частей воды придется всего одна часть препарата. Если препарат распылять из расчета один кубический сантиметр разведенного препарата на один кубический метр воздуха, то небольших количеств его достаточно, чтобы уже через 15 минут было убито не менее 80 процентов находящихся в воздухе дифтерийных палочек, 63 процента гемолитических стрептококков, 64 процента золотистых стафилококков.

Стоит ли, однако, в наш век успехов физики и химии использовать для обеззараживания воздуха фитонциды пихты или другого растения? Известно, что при современном уровне техники обезвредить воздух в помещениях можно ультрафиолетовыми лучами или химическими ядами. Но быстро и полноценно этими средствами можно дезинфицировать помещения, свободные от людей. А как быть с теми помещениями, в которых находятся люди (ясли, школы, больницы и т. д.)? Очищать

воздух таких помещений химическими препаратами опасно, поэтому нужно использовать пихтовый препарат. Он не вреден людям, не оказывает разрушительного действия на ткани, дерево, металлы и краски.

Препарат из хвои сибирской пихты с успехом применили врачи для лечения дифтерийных бациллоносителей: разведенным в 3 раза препаратом обрабатывали зев и нос больных детей. Использовали препарат и для предупреждения маститов у родильниц. Хвойный препарат оказался полезным и для лечения заболеваний слизистой оболочки полости рта, а также при подготовке полости рта к различным операциям — удалению зубов, опухолей и др. Это и понятно, если вспомнить, сколь широким диапазоном антимикробного действия обладает препарат.

Хотя хвойные растения ни разу не «подводили» ученых, занятых фитонцидами, и они еще наверняка сделают много фитонцидных подарков людям, но и другие растения таят в себе неиспользованные дары. И из других растений, вероятно, можно получить такие же или еще более бактерицидные препараты со свойствами, стимулирующими жизнь наших органов, чтобы, попадая в наши легкие, фитонцидные аэрозоли имели лечебное и профилактическое значение. К таким растениям, например, относится мирт.

В Никитском ботаническом саду трудятся энтузиасты, пытающиеся как можно полнее использовать для людей целебные вещества растений. Они химики. Получили они ряд полезных препаратов против низших грибов. В Никитском саду химик Анна Петровна Дегтярева сделала открытия, которым позавидует любой микробиолог и врач. Она выделила из мирта в чистом виде вещества, оказывающие антимикробное действие в разведении 1:1 000 000! Этим веществом убиваются все испытанные так называемые грамположительные микробы (золотистый стафилококк, туберкулезная палочка и др.).

Много лет упорно и вдохновенно трудится Анна Петровна. Она — человек интересной судьбы. Химик по образованию, увлеклась растениями, фитонцидами. Заинтересовалась биологией. Выполнила превосходную диссертацию о фитонцидах. По какой же науке присудить ей ученую степень? — подумали в Высшей аттестационной комиссии. И, минуя формальные рогатки, человеку с химическим образованием присудили ученую степень кандидата биологических наук. И это правильно. А затем побежали новые и новые годы, насыщенные научными событиями в ее жизни. Без указки со стороны по ходу исследований Дегтярева все более стала сближаться с медициной. Не только научное чутье, или, как говорят, интуиция, но и трезвая оценка фактов заставили Дегтяреву бороться за внедрение своего открытия в жизнь. Эта борьба, доставившая много горестных минут, еще далеко не закончена, но врачи все более убеждают-

ся в том, что миртовые деревья, их фитонциды игнорировать нельзя.

Дегтярева добилась отличных результатов. Она выделила из листьев мирта обыкновенного (миртус коммунис) кристаллическое вещество, определила его химические свойства, убедилась в большой антимикробной силе в отношении туберкулезной палочки. Проделала много опытов вне организма и опыты с морскими свинками. Результаты опытов пробудили у исследовательницы надежды в борьбе с туберкулезом. Но Дягтярева, учитывая богатейший опыт использования медициной «химически чистых» антибиотиков, все же пошла по «не чистому химическому пути» и получила препарат, в котором содержатся, вероятно, почти все действующие фитонцидные вещества. Это спиртовая настойка из листьев. Многие вещества заключает в себе прозрачная зеленовато-бурого цвета и своеобразного запаха жидкость.

Препарат этот не убивает кишечную палочку протея, палочку синезеленого гноя и других так называемых грамотрицательных бактерий, но убивает большую группу грамположительных бактерий, причем и таких, которые стали устойчивыми в отношении медицинских антибиотиков. Препарат убивает и туберкулезную палочку. В трех научных институтах препарат Дегтяревой испытан при лечении туберкулеза легких, хронической пневмонии и хронического бронхита, ангин и ринофарингита и других заболеваний.

Скромно оценивает сама Дегтярева результаты испытаний, но факты, установленные врачами, есть факты, и нельзя сомневаться в том, что миртовый препарат в комплексном лечении с другими препаратами оказался превосходным: он, по-видимому, не только действует антибактериально, но и стимулирует наши собственные защитные силы.

Как будто очень полезен этот препарат при лечении остаточных явлений пневмонии, что наблюдал известный терапевт заслуженный деятель науки РСФСР Пантелеймон Константинович Булатов. В течение не одного десятилетия он энергично пытался использовать фитонциды, особенно чеснока и хвойных растений, для лечения пневмонии, астмы и иных заболеваний. Несколько сотен больных излечены летучими фитонцидами чеснока и других растений ингаляционными способами, предложенными Булатовым.

Булатов — известный в стране специалист по лечению бронхиальной астмы. Он использует при лечении этой болезни пенициллин, стрептомицин и другие препараты; одновременно рекомендует ингаляции из сока чеснока, лука, листьев эвкалипта или ингаляцию препарата абиеноля сибирского. В диету больного он вводит витамины, сок картофеля, моркови, свежей капусты, черноплодной рябины.

Исследования миртовых невольно заставляют вспомнить

мифологию древних греков, легенды о мирте. Не случаен культ миртовых деревьев в Древней Греции и в Древнем Египте. У греков мирт был эмблемой молодости, красоты и целомудрия. В Древнем Риме миртовыми деревьями обсаживали храмы.

Не менее интересны и препараты, полученные Дегтяревой из эвкалиптовых деревьев.

Казахстанские биологи сообщают об антимикробных свойствах амариллиса, агапантуса, зафирантеса, гиппеаструма и других комнатных растений. От их летучих фитонцидов некоторые бактерии и простейшие погибают быстрее, чем от фитонцидов чеснока. Следует искать новые растения с еще более интересными фитонцидными свойствами. Можем ли мы запрещать врачам пытаться использовать те или иные лекарства, если они совершенно безопасны и если практика доказывает их ценность? Приглашая к большой осторожности в использовании не проверенных наукой лекарств, мы не можем в этих случаях противодействовать научным поискам.

Коснемся еще одной увлекательной области исследований — использования фитонцидов в санаторно-курортном деле. К сожалению, только коснемся, так как большого, необходимого внимания к этому нет в научной медицине. Пока имеются прекрасные, смелые попытки пионеров-врачей, оказавшихся, однако, в роли одиночек. Вот почему приходится сообщать лишь об отдельных, правда очень интересных, событиях.

Вот опыты С. С. Чиховани, Н. И. Юрченко, а также ботаника А. С. Кераселидзе и их последователей — врачей в санаториях черноморского побережья Крыма и Кавказа. Расскажем об их делах словами журналиста Б. Лавренюка, узнавшего подробности жизни одного из санаториев:

«В санатории „Сухуми", расположенном на берегу Черного моря в благодатном уголке Абхазии, шестнадцатый год работает врач Николай Иосифович Юрченко. Встреча с ним послужила для меня началом знакомства с эстетикотерапией.

Есть в санаторном парке аллея пирамидальных тополей. Многие уверяют, что, приходя сюда, неизменно чувствуешь душевный подъем. Других привлекают уголки с плакучими ивами. По наблюдениям врача, здесь нравится бывать людям с повышенной возбудимостью нервной системы. Третьих влечет раскидистый дуб, стоящий в одиночестве, четвертых — пальмовая аллея.

Н. И. Юрченко хорошо знает, что красота природы способна вызвать бодрое настроение, придать силы.

В санаторий приезжает много людей из северных районов страны. Южная природа восхищает их, но весной, когда у них дома только появляются первые листочки, или осенью, когда там желтеют березы, приходит грусть по родному краю. Поэтому в „Сухуми" по совету Юрченко посажено немало листопадных и хвойных деревьев, которые, может быть, и уступают

южным собратьям в пышности, щедрости красок и ароматов, но зато дороги и милы жителям умеренных широт.

Обратили внимание и на розы. Из них когда-то делали целебные напитки, якобы обладающие сверхъестественными качествами, и восхваляли пользу их аромата. А в начале XX века в Европе получило распространение мнение о том, что розы будто бы вылечивают головную боль, что их запах, как лекарство, действует на нервы, а цвет, особенно темно-красных роз, успокаивающе влияет на человека. Сторонники возделывания роз предлагали пациентам делать подушку из лепестков цветка. Они уверяли, что человек, страдающий головной болью, полностью избавится от нее, если приложит к лицу хотя бы шесть бутонов. Нервным людям почаще рекомендовалось находиться в цветниках, где лучше сохранялись и запах и цвет роз».

Еще в прошлом веке в Германии в комнатах держали цветы дельфиниума, считая, что окраска цветка действует благоприятно на зрение. Это было как бы преддверием к открытию успокаивающего свойства голубого цвета.

Врач ялтинского санатория «Горняк» Т. Калинина создала специальный аэродендрарий, где растут эвкалипты, крымская сосна, розы и другие растения, для круглосуточного пребывания отдыхающих на воздухе.

А сколько интересных начинаний сделано в санатории «Геленджик», врач которого С. Титаревич и садовник Н. Рябинина, может быть и не зная всех работ ученых по фитонцидам, используют фитонцидные дары природы. Титаревич создает своеобразную фитотерапию. Она убедилась в благотворном действии летучих фитонцидов герани, розмарина, лавра благородного, мяты. И дело далеко не только в бактерицидных свойствах. Утверждают... но раскажем об этом словами врача Титаревич:

«Фитонциды герани, успокаивая нервную систему, улучшают функцию сна. Этот вид лечения — фитотерапия — включен у нас в общий лечебный комплекс при функциональном расстройстве центральной нервной системы с выраженным нарушением функции сна. Под нашим наблюдением находится более ста человек.

Методика фитотерапии очень проста. В процедурном кабинете на стол против больного ставится куст распустившейся герани горшечной культуры на расстоянии 60 сантиметров. Объективное условие фитотерапии — дыхание через нос. После трех глубоких вдохов начинается ровное спокойное вдыхание запаха цветка. Процедура продолжается 10 минут и отпускается в течение 10—15 дней. Продолжительность лечения иногда увеличивается до 20 процедур.

У больных, получающих фитотерапию, сон нормализуется, как правило, уже после 6—7 процедур.

Мы рассказали о лечении запахом герани, которое практикует наш санаторий. Между тем для фитотерапии применяются

и другие растения. Лечение запахами благородного лавра, мяты, розмарина, различных эфироносных растений проводится по такой же методике, как и фитонцидами герани.

Фитотерапия положительно действует на обменные процессы, секреторную функцию желудочно-кишечного тракта, эндокринную систему и половую потенцию...»

Все ли правильно в высказываниях врачей — энтузиастов фитонцидотерапии? Все ли строго научно обосновано? Что делать дальше? Об этом должны сказать свое слово точные эксперименты медиков и биологов. Одно ясно: сколь некрасиво выглядят перед лицом многочисленных фактов унылый старческий скептицизм и ворчливость тех, кто якобы под флагом точных наук мешает творчеству ученых, использующих зеленый мир на благо людей!

Дана ли возможность энтузиастам-врачам продолжить свою смелую работу или их интересные попытки найти практическое применение растениям прекращены? Выдающиеся наблюдения сделала ленинградский врач В. И. Емельянова под руководством известного хирурга И. П. Виноградова.

Есть такие тяжелые заболевания, когда в тканях легких обосновывается на время ряд бактерий — стафилококки, стрептококки и другие. Гнойное воспаление приобретает не временный, а длительный характер. Такие болезни лечить нелегко. Используя особые трубки, Емельянова смело стала вводить больным в дыхательное горло (трахею) до 20 кубических сантиметров жидких фитонцидных препаратов. Тем самым, образно говоря, ткани легкого, каждый уголок их незамедлительно омываются фитонцидами. Новаторская мысль и горячее желание помочь тяжелым больным победили: многие благодарят врача Емельянову за исцеление от тяжких недугов.

Способ внутритрахеального введения фитонцидов должен завоевать «право гражданства» при лечении и других болезней. Известно, что всасывающая поверхность легких огромна (около 100 квадратных метров). Фитонциды, вводимые в легкие, тотчас поступают в кровь, разносятся по всему телу и могут оказать помощь организму в борьбе с вредными микробами, где бы они ни находились.

Нужно, однако, ждать и ждать, надеяться на то, что найдутся врачи с неменьшей смелостью, чем Емельянова, которые продолжат ее новаторскую работу. Я убежден в том, что многие болезни, трудно поддающиеся лечению, излечивались бы легко, если бы лекарство подавалось способом Емельяновой. Ее способ гарантирует быстрое проникновение фитонцидных действующих начал в кровяное русло, во все ткани организма. Возбудителей некоторых болезней трудно убить не потому, что они «стойки», а потому, что нелегко подать лекарство в те места, где паразиты находятся. Таково, например, заболевание, называемое лямблиозом. И подобных болезней много.

Немало было и разочарований у исследователей фитонцидов. Когда стало известно, что туберкулезная палочка убивается в опытах вне организма летучими фитонцидами лука и чеснока, у больных и врачей напрашивалась мысль незамедлительно использовать фитонциды при лечении туберкулеза легких — дышать летучими фитонцидами, принимать фитонцидные растения в пищу. Но нужно, как говорят, правде прямо смотреть в глаза. Одно дело убить бактерию вне организма, другое — убить ее в больном организме и так улучшить состояние клеток и тканей легких, чтобы они оказались стойкими к бактерии.

В науке, особенно когда дело касается самого драгоценного — самой жизни и здоровья, необходимо сочетание большой смелости с большой осторожностью. Предстоит еще огромная работа.

Хочется думать, что в проблеме фитонцидов заложено нечто полезное для медицины. Но впереди — углубленные исследования тех способов, которыми можно превращать фитонциды в лекарственные средства. Строгая медицинская мысль, тщательные исследования химиков, фармакологов, клиницистов покажут со временем, где, в каких случаях применим тот или иной антисептик растительного происхождения. Необходимо изучить способы подачи в организм фитонцидов лука, чеснока и других растений, нужно провести опыты совместной подачи фитонцидов этих и других растений, исследовать действие их на ткани легкого, на сердце и т. д. Но необходимо и решительно осуждать излишние увлечения и поспешные выводы.

В смелых поисках нельзя пренебрегать фитонцидами высших растений и антибиотическими веществами тех животных, к которым туберкулезная палочка не приспособилась в ходе эволюции. Стрептомицин выдержал проверку временем и прочно введен в медицинскую практику при некоторых заболеваниях туберкулезом. Несомненно, однако, что стрептомицин — не спасение человечества. Необходимы новые и новые поиски. Вероятно, будут обнаружены более мощные в отношении туберкулезной палочки и менее вредные для нашего организма фитонциды среди высших растений, к которым наш организм в ходе эволюции приспособился, а туберкулезная палочка нет. Какое растение сослужит решающую роль в борьбе с туберкулезом, невозможно сказать.

Необходимы поиски антибиотиков животного происхождения, и именно среди тех животных, к которым туберкулезная палочка биохимически не приспособлена. К смелой борьбе с туберкулезом должны быть привлечены биологи. Имеется ряд биологических загадок, требующих разрешения. С точки зрения биолога, главная трудность медицины в борьбе с туберкулезом заключается в том, что туберкулезная палочка великолепно приспособилась к человеческому организму. То, что хорошо тканям легкого (нормальное кровообращение, постоянный

приток воздуха, хорошее питание людей), хорошо и туберкулезной палочке.

Конечно, туберкулезному больному надо отлично питаться, быть на воздухе и т. д., чтобы его организм как можно лучше сопротивлялся болезни. Но лечение туберкулеза в будущем окажется, конечно, иным. Врачи сумеют создать еще более благодатные условия для тканей наших легких и в то же время плохие условия для внедрившейся в легкие туберкулезной палочки.

Узнав об удивительных свойствах фитонцидов, читатель вместе с нами будет с законным основанием и надеждой ждать от медицины все большего и большего использования растений — тех замечательных подарков, которые в изобилии дает нам природа в своей эволюции. И в то же время каждый вдумчивый человек не будет излишне торопить врачей, упрекать их в медлительности, в нежелании использовать фитонциды для лечения болезней, особенно таких, как туберкулез. Конечно, понятны тяжелые переживания больного. В отчаянии от затянувшейся болезни человек начинает ворчать на науку, на врачей, упрекать медицину в бессилии, а врачей в консерватизме.

Кто знает? Может быть, среди фитонцидов высших растений будут найдены вещества еще более полезные, чем даже воистину чудодейственный пенициллин? Но не надо пренебрегать и теми фитонцидами, которые не дают сенсационных эффектов.

Да, не следует с пренебрежением относиться к обыденным и как будто хорошо уже изученным растениям. Вот пример. Корни валерианы! Растение, которому человечество могло бы поставить памятник — памятник при жизни, так как не предвидится конца использованию его людьми. Не будем обижать тех ученых-медиков, которые только и думают о «химически чистых» лекарствах, а сами, конечно, используют «нечистую валерианку» — всемирно известный комплекс веществ. Многие ее полезные свойства еще, наверное, и неведомы.

Любопытные наблюдения сделали М. Л. Ханин, А. Ф. Прокопчук, Л. А. Николаева, Л. В. Кривомазова, Ю. И. Сметанин — работники Кубанского медицинского института. Они впервые в науке испытали антимикробные свойства экстракта из валерианы на многих бактериях — на протее (очень стойком к фитонцидам микробе), на дизентерийной палочке, золотистом стафилококке, гемолитическом стрептококке и на других бактериях, а также на грибках, в том числе и больших «злодеях» вроде кандида альбиканс, могущих при сильном размножении в пищеварительном тракте человека вызывать заболевания — микозы.

Что же оказалось? Все испытуемые микробы так или иначе подавляются веществами валерианы, в том числе и те болезнетворные для человека бактерии (дизентерийная палочка и золотистый стафилококк), которые стойко выдерживали действие

всех антибиотиков, применявшихся в лечебных учреждениях Краснодара.

Достойна всяческой похвалы смелая мысль — испытать такое обыденное, так сказать примелькавшееся, растение. Исследователи попытались получить и фитонцидный препарат для лечения кожных заболеваний, кандидозов слизистой оболочки полости рта и языка, вызываемых грибком кандида альбиканс. Удалось излечивать больных, которые до того безуспешно лечились другими лекарствами. Пораженные участки смазывали 10-процентным раствором экстракта валерианы в персиковом масле.

Можно привести и другие примеры с обыденными растениями. До чего знакомы всем ягоды черной смородины! Кажется, в течение тысячелетия и варенья варят из нее. Ягоды черной смородины были предметом многочисленных исследований. Однако... Софья Ивановна Зелепуха заинтересовалась вопросами: каковы особенности фитонцидов смородины; как они действуют на микробов сами по себе и совместно с узаконенными медициной пенициллином, стрептомицином, тетрациклином и другими антибиотиками? Оказывается, в 2—10 раз повышается антимикробная активность этих прославленных препаратов, если ими лечить в сочетании с настоями ягод черной смородины; при этом убиваются и те бактерии, которые к данному антибиотику нечувствительны, например дизентерийная палочка.

Напрашиваются многие мысли, касающиеся вопросов питания здорового человека, диеты больных после тех или иных операций, при разных инфекционных болезнях.

Случайно ли использование с давних времен врачами яблок в определенные периоды желудочных и кишечных болезней? Достаточно ли медицина воспользовалась фитонцидными свойствами обыденных пищевых растений — хрена, лука, горчицы, капусты, ягод земляники, брусники и других растений? Стоит ли, например, пренебрегать черной редькой, если ученые убедились в опытах на более чем ста видах микроорганизмов в ее великолепных фитонцидных свойствах?

Многое обыденное выглядит по-особому в свете учения о фитонцидах... Люди издавна пьют чай. Мировое производство его достигает миллиарда килограммов в год. А все ли мы знаем о лечебном действии разных сортов чая? Об алкалоиде кофеине, содержащемся в чае, хорошо известно, и врач уверенно скажет, кому можно, а кому нельзя пить крепкий чай, а вот фитонцидные свойства его только начали по-настоящему изучаться. В Туркмении, Узбекистане и других среднеазиатских республиках среди местных жителей, в особенности сельских, широко распространен в качестве напитка зеленый чай. Установлено, что он обладает бактерицидными свойствами, и прежде всего в отношении дизентерийной палочки, и что антимикробная сила разных сортов чая различна. С. И. Бердиева и другие

ученые Туркмении получили бактерицидный препарат — отвар зеленого чая; 100 граммов сухого чая («Букет Грузии» или «Экстра») засыпают в эмалированную посуду с крышкой, заливают двумя литрами питьевой воды и настаивают 20—30 минут. Настой кипятят в течение часа и фильтруют. И этот просто приготовленный препарат излечивает дизентерию, используется при поносах и других заболеваниях.

Советская медицина с каждым годом делает все большие успехи. Многие не знают, что современная научная медицина, в сущности, очень молодая наука, и весь путь медицины от творчества ее основателей — Мечникова, Пастера, Боткина, Павлова, Коха, Вирхова, Листера и других ученых — есть исключительная и все возрастающая победа разума не более чем за сто лет развития этой науки.

Всего 80—90 лет прошло со времени основания науки о бактериях, лет семьдесят тому назад впервые ученые увидели холерного вибриона, брюшнотифозную бактерию, туберкулезную палочку и других болезнетворных микробов. Менее ста лет назад впервые стали перевязывать гнойные раны, смачивая повязки карболовой кислотой. Не зная действительных причин плохого заживления гнойных ран, хирургия была бессильна, и во время войн большинство людей умирало не от смертельных ран, а от совсем не опасных ранений. Микробы безнаказанно умерщвляли людей. Сотни тысяч погибали каждый год и от послеродовой горячки, укуса бешеных животных, холеры и многих других болезней.

В наши дни у каждого студента-медика больше знаний о болезнях и их лечении, чем было у самых талантливых ученых полсотни лет назад. Каков изумительный прогресс науки!

История научной медицины есть непрерывная победа разума над знахарством, света над тьмой. До чего же несправедливо поступают те, которые под влиянием личных тяжелых обстоятельств готовы винить врачей в том, что они медленно используют новейшие достижения биологии, и в частности фитонциды. Не такое это простое дело. Нельзя давать человеку непроверенные лекарства. Ставить опыты на человеке и руководствоваться давно отжившими «авось» — преступление. Сначала надо проводить опыты на животных — мышах, крысах, кроликах, собаках, кошках, обезьянах. Да и здесь надо всячески бороться с жестокостью, не допускать без крайней надобности страданий животных.

Надо улучшать защитные свойства нашего организма

Науки не могут развиваться оторванно друг от друга. Ученые, желающие правильно использовать фитонциды для лечения болезней, должны работать совместно с физиологами, изучающими работу всех органов человека.

Наш организм устроен так, что все его отправления (дыхание, питание, работа мышц и т. д.) самым тесным образом связаны друг с другом. Организм является единым целым, а не собранием каких-то независимых частей (органов, тканей и клеток). Главенствующее значение в жизни здорового и больного организма имеет нервная система.

Биологи, врачи и химики должны обязательно руководствоваться павловским учением, чтобы быстрее превращать фитонциды в хорошие лекарственные средства, приготовлять полноценные фитонцидные препараты для лечения болезней, чтобы правильно решать вопросы, как подать организму фитонциды — через легкие ли, вводить ли их в кровь, с пищей ли, обязательно ли подавать фитонциды к месту болезни.

Мы уже писали, что самым надежным бактерицидом среди всех открытых наукой является наш собственный здоровый организм. У нас много прекрасных защитных сил: клетки-фагоциты, которые могут «пожирать» непрошенно попавших в организм вредных бактерий; бактерицидные свойства желудочного сока и других жидкостей; в крови и других тканях могут вырабатываться особые противоядия — антитела против вредных веществ и микроорганизмов; кожа, являющаяся огромным препятствием для попадания микробов внутрь организма, и многое, многое другое.

Фитонциды и другие лекарственные вещества — существенные помощники организму, когда он сам не справляется с болезнью, с врагами из мира микробов. Но каким образом фитонциды могут выполнить роль губителей микробов, роль чудесных ядов?

В стеклянной чашке убить бактерии просто. Дают антисептик, и никакие другие вещества не мешают умертвить микробов. Не то в организме. Организм наш устроен очень хорошо, но, образно говоря, он глупый, и, когда врач дает лекарство, организм далеко не всегда «понимает», что ему хотят помочь. Организм и лекарство встречает в штыки, оно чуждо ему, организм может скоро изменить до неузнаваемости лекарство в крови, пищеварительными соками, тканевыми жидкостями. Вот почему нельзя удивляться, что какое-либо лекарство великолепно убивает бактерий вне организма и оказывает очень слабое действие внутри организма. Бывает и наоборот.

Кто не знает, что хинин очень хорошо помогает против малярии и, будучи в крови, прекрасно убивает возбудителя болезни малярийного плазмодия. Это одноклеточный животный организм. Мало кто знает, однако, что в опытах вне организма хинин гораздо хуже убивает малярийного плазмодия. Из этого уже видно, что не так просто превратить тот или иной фитонцид в лекарственное средство: на основании якобы слабого действия на бактерий в опытах вне организма нетрудно, так сказать, пропустить хороший препарат, могущий приносить большую

пользу при введении в организм. Если не следовать павловскому учению, то не удастся использовать даже превосходный фитонцидный препарат.

Допустим, нам надо убить патогенных простейших — трихомонад, вызывающих у женщин болезнь половых путей. Очень хорошо убивающий трихомонад в опытах вне организма фитонцид может уступать в полезности фитонциду, который убивает трихомонад медленнее, но зато действует лучше на ткани, выстилающие половые пути, и стимулирует через нервную систему защитные силы самого организма. Приведем яркий пример, который пояснит наши рассуждения.

В лаборатории ученика Ивана Петровича Павлова академика А. Д. Сперанского был поставлен следующий опыт. Перерезали все нервы, которыми снабжено ухо животного (положим, правое). Нервы другого уха не трогали. Затем в оба уха ввели микробов, вызывающих местное воспаление. Предварительно на оба уха наложили повязку с препаратом, очень мешающим заражению. Прошло некоторое время. Ухо с перерезанными нервами сильно заболело: оно покраснело, стало горячим на ощупь, отекло, то есть развилось настоящее воспаление. В то же время ухо с нетронутыми нервами оставалось почти совсем нормальным, воспаление не развивалось. Подобных примеров можно привести немало.

Куры невосприимчивы к сибирской язве, и можно безболезненно вводить в их организм сибиреязвенных микробов. Но кур можно сделать восприимчивыми к сибирской язве, если понизить температуру их тела градуса на два-три. Погрузим лапы курицы в холодную воду; если теперь мы введем в ее организм бактерий сибирской язвы, она заболеет.

Живут вместе два человека. Один заболевает какой-либо болезнью, а организм другого сопротивляется и остается здоровым. Кишечные палочки, в огромном количестве населяющие наш пищеварительный тракт, безвредны для нас, но при некоторых нарушениях нормальной работы органов могут стать болезнетворными.

Ученые на основе творчества И. П. Павлова и И. И. Мечникова стали изучать не только, как убивают те или иные фитонциды микробов, но и какое действие фитонциды оказывают на наши ткани, на работу нашей нервной системы, помогают они или мешают собственным нашим защитным силам.

Из многочисленных поисков такого рода мы расскажем об исследованиях ленинградских врачей А. И. Гот-Лопаковой и Е. Г. Хахалиной. Они работали независимо друг от друга, но получили очень сходные результаты. Их интересовали два вопроса. Изменяется ли работа желудка, когда человек ест фитонцидные растения — лук, чеснок, редьку, хрен? Изменяются ли бактерицидные свойства фитонцидов, когда они попадают в пищеварительный тракт? Какое влияние на фитонцидные

свойства, например лука, окажут слюна, желудочный сок и другие пищеварительные соки?

Важный для медицины вывод напрашивается из экспериментов Гот-Лопаковой и Хахалиной. Под влиянием пищеварительных соков происходит некоторое ослабление фитонцидов одних растений и, наоборот, усиление бактерицидных свойств фитонцидов других растений. Не менее интересно и то, что врачу Хахалиной удалось доказать большое влияние фитонцидов чеснока на продукцию желудком желудочного сока. У больных с пониженной или повышенной продукцией желудочного сока один и тот же чесночный препарат приводил желудок к норме. Ясно, что действие фитонцидов чеснока не ограничивается убийством бактерий, они влияют и на работу окончаний нервов, на мышцы желудка, на давление в сосудах.

Особенно нуждаются в поощрении исследования по влиянию фитонцидов на нервную систему. Выясняется, что некоторые фитонциды наряду с противомикробным действием могут обезболивать, а некоторые фитонциды являются наркотиками — усыпляющими веществами.

Просьба к ученым-ветеринарам

Помнится, когда я начал писать книги о фитонцидах, с какой осторожностью и даже боязнью написал я несколько страничек о возможном использовании фитонцидов в ветеринарии — области, далекой от моих знаний. И сейчас я, в сущности, не в праве говорить о профилактике и лечении животных. Недостаточно одного желания содействовать развитию науки, надо знать состояние ее. И в то же время я не могу молчать, когда уверен, что ученые в области ветеринарии не имеют права проходить мимо биологического учения о фитонцидах. Казалось бы, все благоприятствует животноводу и птицеводу, а также ветеринарным врачам развивать исследования фитонцидов. Можно ведь быть и более смелым в этих исследованиях, чем в области человеческой медицины, ибо на человеке нельзя экспериментировать, а на животных, как это ни грустно, ставить опыты приходится. Ученому-ветеринару должно помогать и то, что взаимоотношения между организмами многих животных и растений более ясны, чем взаимоотношения человеческого организма и растения.

Особенно много известно о жвачных животных и о кормовых растениях. А между тем фактом (конечно, странным и грустным) является невнимание животноводов и ветеринаров к высшим растениям, к учению о фитонцидах.

Ветеринария продолжает идти лишь по пути человеческой медицины, пытаясь применять в лечении животных только те антибиотики, которые создаются для человека. Трудно дать анализ такому странному состоянию ветеринарии. Ведь

животноводы и ветеринары, образно говоря, живут со своими объектами в постоянном окружении фитонцидов. Корову и овцу, к примеру, и представить нельзя вне растительного корма, вне пастбища, вне трав, вне летучих фракций фитонцидов.

Может быть, невнимание к фитонцидам определяется причинами, не относящимися к самой науке, а больше психологическими? Может быть, животноводу и ветеринарному врачу приходится опасаться упреков в «знахарстве», в «стародедовских приемах», если они уделяют большее внимание тому, что едят домашние и сельскохозяйственные животные, чем дышат они в условиях лугов, степей, лесов?

Прекрасное начало исследованиям фитонцидов в интересах ветеринарии положил в свое время известный ученый В. И. Полтев, но оно так и осталось началом. Пусть сказанное не звучит упреком моему другу: пишу об этом лишь с оттенком грусти и сознаю, что каждый ученый влюбляется в свои научные задачи и не хватает времени и сил откликаться на «чужие» проблемы.

Инициатива новых исследований, как и в разработке многих вопросов проблемы фитонцидов, принадлежит украинцам. Киевлянка А. С. Бондаренко изучала фитонцидные свойства кормовых растений. Шестьсот видов растений исследовала. Кормовые растения заслуживают этого!

Сложные и загадочные процессы совершаются в желудочно-кишечном тракте жвачных животных. Микроорганизмы играют большую роль в пищеварении травоядных животных, они верные друзья животного, так как в результате деятельности микроорганизмов формируются важные для животного вещества, не содержащиеся в поедаемой траве. В пищеварении жвачных участвуют микроорганизмы, разлагающие целлюлозу; микроорганизмы, играющие роль в строительстве жирных кислот, витаминов. Микроорганизмы участвуют в разложении белков и во многих других процессах.

Особенно таинственна до сих пор та часть пищеварительного тракта жвачных, которая называется рубцом. Этот прозаический орган — настоящая поэзия для исследователя! Массу загадок таит еще рубец. Если распутать их, наверное, много значительного можно сделать не только для животноводства и ветеринарии, но и для медицины.

Травоядные! Вот уж кто настоящие дети растений. Кишечный тракт их, особенно рубец,— это сложнейшее сообщество микроорганизмов, «любящих», «нейтральных» и «ненавидящих» друг друга, а также друзей животного, их добрых сожителей — симбионтов. Но много и вредных бактерий может попасть в желудочно-кишечный тракт коровы, овцы или лошади. Состязание микроорганизмов между собой и их влияние на организм животного происходят на основе процессов обмена веществ, и, конечно, не последнюю роль играет продукция фитонцидов.

Перед ученым-животноводом возникают вопросы: каковы фитонцидные свойства кормовых растений, какое влияние они оказывают на микроорганизмы желудочно-кишечного тракта, на различные пищеварительные функции? Нельзя ли воспользоваться фитонцидами определенных кормовых растений для предупреждения заразных заболеваний, для борьбы с болезнетворными микробами? Нельзя ли создать новые антибиотические препараты из кормовых растений, более полезные для животных, чем те препараты, которые используются в человеческой медицине?

Уже говорилось, что А. С. Бондаренко и ее коллеги В. А. Приходько, Г. Т. Петренко, А. А. Мещеряков и Т. И. Скоробогатько изучили фитонцидные свойства свыше 600 видов кормовых растений, произрастающих на полях (в культуре) и на природных сенокосах и пастбищах Украинской и Туркменской республик. Все они в той или иной степени бактерицидны, но, конечно, фитонциды каждого растения губительно действуют не на все испытанные бактерии, а на определенные группы их. Так, фитонциды дикорастущего многолетнего растения псоралеи костянковой из семейства бобовых сильно действенны в отношении грамположительных бактерий, в очень небольших концентрациях полностью подавляют туберкулезную палочку, стрептококк, золотистый стафилококк, возбудитель дифтерии. Бондаренко нашла фитонциды, активные в отношении возбудителей сибирской язвы, рожи, дерматофитов и других патогенных для сельскохозяйственных животных микроорганизмов.

Бондаренко обосновала ряд интереснейших для биологии проблем. Так, она доказала, что жизнь многих бактерий, ответственных за скисание молока, подавляется фитонцидами некоторых кормовых растений. Конечно, возникает вопрос: не оказывает ли влияние скармливание определенных растений на сроки хранения молока? Бондаренко приводит пример, что скисание молока, надоенного от коров, получавших силос из борщевика Сосновского, наступает на 8—10 часов позднее обычного.

Напрашиваются мысли о том, не следует ли давать животным перед убоем растительный корм, фитонциды которого, грубо говоря, пропитали бы все ткани, что благоприятно сказалось бы на разрешении задач о способах хранения мяса.

Мне не стыдно вспомнить, как два непричастных к ветеринарной науке человека: покойный академик А. А. Заварзин и я, не имеющие отношения к вопросам хранения мяса, рассуждали, а нельзя ли перед убоем свиней вводить в их кровеносную систему фитонцидные противомикробные жидкости с тем, чтобы день-другой они поддерживали ткани трупа в активном противомикробном состоянии. И причиной таких мечтаний (может быть, и справедливых) в прозаических вопросах хранения мяса свиней было, конечно, далеко не только то, что эти мечты

родились в голодные дни военных лет, когда не только свиное мясо, а и кусочек черного хлеба был для нас дороже платины.

Наверное, это влияло на мечты, но мы располагали вполне научными наблюдениями нашего коллеги и друга, тогда доцента Томского медицинского института, ныне академика Академии медицинских наук И. В. Торопцева, специалиста по болезненному состоянию тканей человека. Он выполнил превосходную докторскую диссертацию о том, какое влияние оказывают фитонциды пищевых растений на ткани легких, почек, печени и других органов кролика. Эти фитонциды подавались в организм животного путем вдыхания им летучих фракций. Много интересного описал Торопцев, в частности и то, что если кролик подышал фитонцидами чеснока, то долгие дни после этого все ткани его еще пахнут чесноком. Я и сам ставил такие опыты.

Возникают важные проблемы для науки. Не мешает их разрабатывать в интересах животноводства и ветеринарии. Уж если мы «залезли» в чужую область исследования и даже предались откровенным сентиментальным воспоминаниям, то будем откровенны до конца. Например, нельзя ли объяснить давно известный, но непонятный факт долгой сохранности трупов клестов тем, что эти птицы, поедая семена хвойных, пропитываются их фитонцидами?

Однако мы отклонились от вопросов ветеринарии. Возвратимся к работам Бондаренко и ее товарищей. Мне кажется, вполне обоснованы следующие важные выводы, к которым пришли исследователи: в процессе эволюции травоядных животных, проходившей в теснейшем контакте с кормовыми растениями, нормальная микрофлора желудочно-кишечного тракта должна была адаптироваться к веществам растений, наиболее часто употребляемых животными в пищу, но высокие их концентрации, по-видимому, оказывают определенное действие на отдельных представителей микроорганизмов пищеварительного тракта, являясь, вероятно, одним из факторов их естественного равновесия.

Среди кормовых растений существуют виды, обладающие высокой антимикробной активностью. Возможно, ими в большинстве случаев окажутся растения, не занимающие значительного места в питании травоядных животных при благоприятных условиях их кормления. Можно предположить, что определенное содержание таких видов растений в кормовых рационах животных будет оказывать профилактическое и лечебное действие при некоторых заболеваниях животных, ускорять их рост и пр. С другой стороны, вероятно, длительное скармливание животным больших количеств растений, продуцирующих высокоактивные антибиотики, может вредно влиять на животных, губительно действуя на полезную микрофлору их пищеварительного тракта.

Изучение всех этих и других вопросов, связанных с продуцированием кормовыми растениями антимикробных веществ (а также веществ, стимулирующих микрофлору пищеварительного тракта животных), будет способствовать успешному развитию животноводства.

Сообщим здесь об отдельных исследованиях деятелей ветеринарии. Некоторые из них, может быть, представляют лишь исторический интерес. Однако они могут способствовать расширению исследований по использованию фитонцидов.

Около тридцати лет назад молодой ученый И. Н. Гриценко пытался помочь пчелам избавиться от одной ужасной болезни. Пчелы, как и другие животные, имеют свои заразные болезни. Болеют взрослые пчелы, болеют и личинки. Из болезней расплода самой страшной является европейский гнилец. Виновник этой болезни — бактерия плутон. В лаборатории В. И. Полтева научились взращивать ее на искусственной среде. Заболевают этой болезнью личинки пчелы, да и то лишь, как правило, только 3—4-дневного возраста. На рис. 59 показано развитие личин-

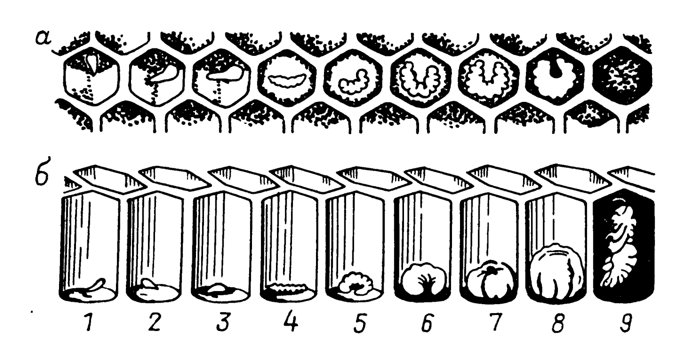


Рис. 59. Развитие расплода пчелы.

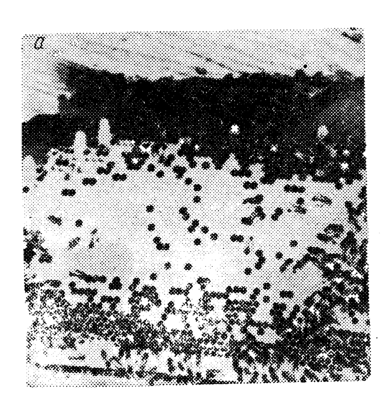
а - вид ячеек сота сверху; б — вид сбоку: 1—3 — развитие яйца, 4 — личинка, вышедшая из яйца, 5—9 — развитие личинки. Поражаются европейским гнильцом почти исключительно личинки на стадиях 6 и 7.

ки. Через 3 дня после откладки самкой яйца из него выходит личинка. В течение первых двух дней личинка питается только личиночным кормом, который перед выходом личинок из яйца откладывается пчелами-кормилицами. А с 3-го дня пчелы подмешивают в корм пергу[1] и мед. На 6-й день пчелы-кормилицы уже не дают пищи личинке, она запечатывается крышечкой и превращается в куколку. За время развития личинка посещается пчелами-кормилицами 8000 раз, и за 5 дней вес ее увеличивается более чем в 1300 раз.

Как же заражаются личинки европейским гнильцом? Через корм. Взрослые пчелы не болеют европейским гнильцом,

[1] Перга — пыльца, отложенная в ячейки.

а являются носителями бактерии плутон. При кормлении зараженным медом не все личинки погибают, часть личинок более старшего возраста, будучи инфицированной, однако, не погибает. Эти личинки продолжают развиваться во взрослых пчел, пчелы становятся кормилицами молодых личинок и заражают их. Болезнь пчелиной семьи усиливается.



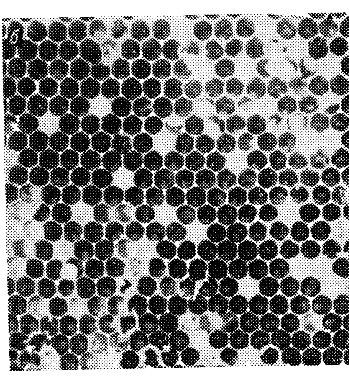


Рис. 60. Пчелиные соты.

а — нормальный сот с нормальным расплодом; *б* — сот с расплодом, пораженым европейским гнильцом,— наряду с нормальными личинками видно много белесовато-мутных больных личинок.

На рис. 60, *а* дана фотография нормального расплода. Видны нормальные ячейки с развивающимися в них нормальными личинками. Наверху — мед. На рис. 60, *б* сфотографированы личинки, пораженные европейским гнильцом. Личинки через 30—40 часов после заражения становятся беспокойными, положение их меняется, они тускнеют, и теперь они мутно-белые.

Европейский гнилец — этот бич пчеловодства — появляется в первой половине лета (после похолоданий) при недостатке в гнезде корма, прекращении медосбора. Как вмешаться пчеловоду в жизнь больной пчелиной семьи? Как убить бактерию плутон? Надо оценить научную смелость Ивана Гриценко, который решил воспользоваться фитонцидами. Трудна была эта задача. Легче убить, например, дизентерийную палочку, так как бактерия не приспособилась к растениям и легко найти фитонциды, к которым она нестойка.

Вся жизнь пчелы и ее личинок неразрывно связана с растениями, цветами. Заранее можно было ожидать, что как сама пчела, так и бактерии, которые вызывают у нее болезни, должны быть очень хорошо приспособлены к фитонцидам разнообразных растений, иначе они не могли бы жить. Выходит, что нелегко найти фитонциды, которые убивали бы бактерию плутон да к тому же были бы безвредны для организма пчелы и ее

личинки. Так и оказалось. Гриценко изучил влияние фитонцидов около ста растений на возбудителя европейского гнильца, и лишь немногие явились бактерицидными. Достаточно сказать, что такие сильные фитонциды, как фитонциды чеснока и лука, проявляют очень слабое убивающее действие, да и то лишь через сутки и даже более.

Исключительно интересно и то, что фитонциды цветов 16 исследованных растений не оказали никакого действия. Да это и понятно. Пчела, а значит, и бактерия плутон являются постоянными гостями цветов. Обычная пища пчелы — пыльца и нектар цветов. Образно говоря, вся пчела, ее личинки и бактерии, которые к ним приспособились,— это концентраты, «консервы» цветов. Следовательно, и мед должен обладать фитонцидными свойствами.

И вот Иван Гриценко, не отчаявшись после многочисленных неудач, добился победы. Он воспользовался тем, что к различным органам и частям растений приспособились разные микробы.

Фитонциды подземных частей растений отличаются от фитонцидов надземных органов. Бактерия плутон оказалась совершенно беспомощной перед действием фитонцидов корней некоторых растений, особенно растения, называемого кровохлебкой лекарственной. Наука все больше выясняет, что это, казалось бы достойное уничтожения, сорное растение, в огромных количествах произрастающее почти везде в нашей стране, является хорошим другом и врача, и ветеринара. Наверное, придется вводить его в культуру. Мы уже писали, что им пользуются для лечения дизентерии. Пригодилось оно и ветеринарам.

Это многолетнее травянистое растение (см. рис. 56). Корневище и корень мощные, деревянистые. Гриценко измельчал высушенные корни, заливал их прокипяченной водой из расчета одна весовая часть корней на 9 частей воды. Настаивал целые сутки, в течение 20 минут нагревал в особом приборе до 110 градусов, освобождал настой, пропуская его через вату или марлю, от твердых частичек. Вот и готово лекарство для пчел. К настою кровохлебки прибавлялся сахар (5 процентов). Это лекарство великолепно убивает бактерию плутон в опытах вне организма пчелы.

Пчелы с охотой едят приготовляемое для них сладкое лекарство. При скармливании больной семье в количестве около четверти литра на межсотовую улочку пчел 3 раза с промежутком в 5 дней больная европейским гнильцом пчелиная семья освобождается от болезни. Большое дело сделал Иван Гриценко! Смелость исследователя дала полезные плоды.

Другой молодой ученый В. Г. Черепов выявил много интересных фактов о влиянии микроорганизмов на организм пчел-

трутней, маток и расплода. Микроорганизмы могут быть и прекрасными сожителями с пчелами, их симбионтами.

Противодействие микроорганизмов друг другу благодаря выделению ими фитонцидов может также иметь значение для жизни пчел. Черепов скармливал пчелам (с перерывами), начиная с пятидневного возраста, экстракты лука, чеснока и хрена в дозах по 25 граммов на литр сахарного сиропа и обнаружил, что продолжительность жизни пчел увеличивается в некоторых случаях почти на треть, а при беспрерывном скармливании лука в той же дозе — почти наполовину (40 процентов).

Уж если мы решили говорить о болезнях пчел, необходимо сказать несколько слов о значении для медицины великой труженицы пчелы. Вся ее деятельность, в том числе и «строительная», связана с растениями, с Солнцем. Чудесен продукт ее жизнедеятельности — мед. Это настоящий «концентрат» Солнца, фитонцидов и собственных целебных пчелиных сил. Сомневается ли кто-нибудь в наше время в том, что лечебные свойства меда отчасти связаны с его фитонцидными свойствами? Медицину давно привлекали и целебные свойства пчелиного яда и маточного молочка.

Много интересного принесли исследования о прополисе. Особенно велика заслуга В. П. Кивалкиной и других казанских ученых. Прополис называют ремонтно-строительным материалом в улье, пчелиным клеем, узой, пчелиной или восковой смолой. Не так еще ясны все подробности образования прополиса, но совершенно очевидно, что это очень сложное вещество растительного и животного происхождения. Пчела собирает с растений прополис не в готовом виде. Это и смолистые вещества, и пыльца растений, и воск. В прополис входят выделения пищеварительных веществ самой пчелы.

Растительное сырье, используемое пчелой при производстве прополиса, обладает фитонцидными свойствами, а они, вероятно, умножаются на антибиотические свойства выделений тканей самой пчелы. Вот почему не вызывают сомнения результаты опытов Кивалкиной и других казанских ученых, убедившихся в большой антимикробной силе прополиса. И воск, отделенный от прополиса, обладает антимикробным действием. Приготовлены препараты из прополиса, которые Кивалкина рекомендует при лечении многих заболеваний сельскохозяйственных животных: некробациллеза, гнойных ран, стафилококкового мастита, ящурных поражений крупного рогатого скота, ожогов и др. Прополисовое молоко и водно-спиртовая эмульсия могут применяться для предупреждения желудочно-кишечных заболеваний молодняка и как средство, стимулирующее их рост и развитие.

Пчела, которой давно восхищается человечество, окажется, вероятно, и хорошей природной аптекой, готовящей не одно прекрасное лекарство.

Немного о вирусах

Не все заразные болезни вызываются бактериями и грибками. Еще в конце прошлого столетия русский ученый Д. И. Ивановский доказал это, изучая причины заболевания растения табака, известного под названием мозаичная болезнь табака (табачная мозаика). Листья делаются пятнистыми, сморщенными; болезнь явно заразная, передается от больного растения здоровому, а виновника заболевания не удавалось увидеть под микроскопом.

Ивановский выжал сок из листьев больных растений и отфильтровал его через фарфоровые пластинки со столь мелкими порами, что ни одна бактерия не могла пройти через них. Капли отфильтрованного таким образом сока ученый вводил в ткани здоровых растений, и, несмотря на отсутствие бактерий, растения заболевали. Было очевидно, что возбудителем заболевания являются не бактерии, а какие-то еще более мелкие живые существа. Так было положено начало открытию вирусов — не менее опасных врагов человечества, чем патогенные бактерии и грибки.

Многое узнала наука о вирусах, и мы теперь можем видеть их, только не в обычный микроскоп, который увеличивает предметы лишь в 3500 раз, а в электронный, дающий возможность фотографировать, увеличивая в 50—500 тысяч раз!

Устройство вирусов по сравнению с бактериями кажется очень простым. Это палочки, или шарики, или тельца, напоминающие по форме теннисную ракетку. Длина таких телец обычно не более 300 миллимикрон. Сколь малы эти существа! Ведь миллимикрон — одна десятимиллионная часть сантиметра!

А что говорят химики об этих существах? Они состоят из самых важных соединений, без которых не может быть проявлений жизни, а именно из белков и нуклеиновых кислот. «Сердцевиной» вируса является нуклеиновая кислота. Она как бы одета слоем белка. Без клеток растений или животных вирусы существовать не могут. Как правило, вирусы строго приурочены к жизни в клетках совершенно определенных организмов. Нет таких видов вирусов, которые жили бы и в клетках растений, и в клетках животных. Вирус бешенства, например, связан с жизнью немногих организмов: человека, собаки, волка и грызунов. А большинство видов вирусов таково, что каждый приспособился лишь к одному какому-либо растению или животному. Живут вирусы не так, как все другие существа, у них нет ни дыхания, ни брожения. Не поглощают они и пищу. Когда попадает вирус в клетку, например вирус гриппа в клетки, выстилающие нос человека, или вирус табачной мозаики в клетки листа табака, то клетки заболевают, обмен веществ их нарушается, протоплазма начинает, образно говоря, работать не на себя, а на внедрившийся вирус: теперь в клетке строятся белки

не для самой клетки, а такие, которые свойственны данному вирусу. Очень быстро в клетке создаются новые и новые вирусные частицы, вирус размножается. Клетки тканей заболевшего растения погибают.

Вирусы пока далеко еще не покорены человечеством. Много страданий приносят вирусы людям и домашним животным, и многие бедствия терпит от них народное хозяйство. Существует более тысячи вирусных болезней растений. Известны и десятки вирусных болезней животных и человека; среди них и сравнительно безобидные, вроде насморка, но и такие тяжелые, как энцефалит, полиомиелит, некоторые виды злокачественных опухолей, бешенство и др. До сих пор еще свирепствуют эпидемии гриппа — болезни также вирусного происхождения. Медицина и ветеринария разработали много проверенных жизнью мер, ослабляющих вредоносное действие вирусов на наш организм и организм домашних животных. Но до сих пор медицина почти не располагает химическими веществами — препаратами, которые убивали бы вирусы. Легче оказалось убить туберкулезную палочку, чем вирусы.

Нет еще настоящей управы на вирус. Нет таких веществ, которые гарантированно убивали бы вирусы так же, как убивает бактерии, например, пенициллин. Но, кажется, «химическая управа» над ними возможна. Помогут фитонциды.

Профессор Д. Д. Вердеревский убежден, что иммунитет растений к вирусам подчиняется тем же законам, которые открыты в отношении бактерий и грибов. Главным фактором естественного иммунитета растений к вирусам являются фитонциды. С абсолютным большинством вирусов каждый вид растения справляется хорошо, и лишь некоторые вирусы в ходе эволюции преодолевают вредоносное влияние фитонцидов и становятся болезнетворными для данного вида растения.

Так ли это? Вопрос, конечно, еще не бесспорен, но множество фактов действительно говорит за то, что в живых тканях растений и в свежевыжатых из растительных тканей соках содержатся какие-то вещества, не допускающие размножения вирусов или, точнее сказать, их «репродукции». На спорных вопросах мы остановимся в конце этой книги.

Много потрудился при изучении факторов иммунитета пасленовых к вирусу табачной мозаики ученик Вердеревского член-корреспондент Молдавской Академии наук М. Я. Молдован. Он измельчал в ступке листья исследуемых растений — табаков и помидоров. Затем отжимал сок, к нему прибавлял вирус табачной мозаики. Контролем служили те же вирусы, но находившиеся не в фитонцидных соках растений, а в воде. Не будем рассказывать подробности, интересующие узких специалистов. Главное заключается в том, что соки растений, более стойких к вирусу табачной мозаики, сильнее подавляют его, чем соки восприимчивых растений.

Воспользовался ученый и самой современной техникой видения мельчайших частиц — электронным микроскопом. Он подвергнул вирус табачной мозаики действию различных экстрактов из листьев дурмана, а в других опытах — из листьев табака и иных пасленовых растений.

О чем же рассказала Молдовану электронная микроскопия? На рис. 61, *а* — фотография нормального вируса табачной мозаики. Мы видим палочки длиной 300 миллимикрон и в поперечнике 15 миллимикрон.

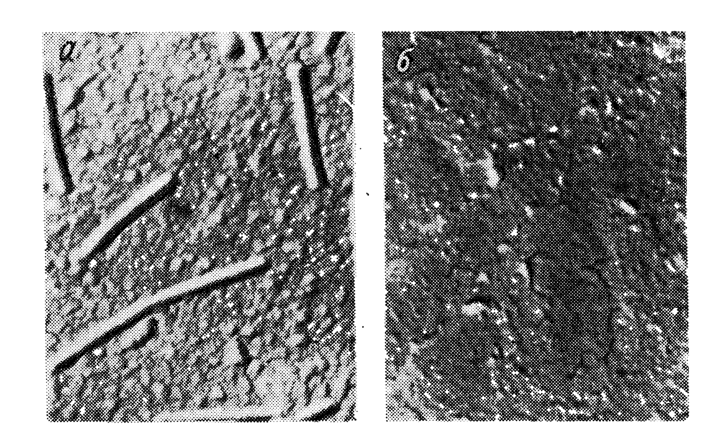


Рис. 61. Вирус табачной мозаики.

а — вирусы; *б* — разрушение вирусов под влиянием фитонцидов семян табака, видны остатки вирусов.

Под влиянием фитонцидных клеточных соков семян табака, а также сока сахарной свеклы, лука или чеснока через несколько часов размножение вирусных частиц резко подавляется. Например, в экстракте из семян табака в микрокапле определенного размера окажется всего 6 вирусов, а в контрольной такой же капле их 784. Под влиянием фитонцидов семян табака происходит лизис («растворение») вирусных частиц. В этих случаях (рис. 61, *б*) мы не увидим нормальных вирусов, а заметим лишь кусочки разрушенных вирусных частиц.

Влияние других фитонцидов сказывается в том, что вирусные частицы как бы слипаются. Это имеет место в случае действия фитонцидов сока алоэ или агавы (рис. 62). И другие наблюдения сделал Молдован. Он изучил действие на вирус табачной мозаики сока сахарной и столовой свеклы, петрушки, смородины, липы, капусты, агавы, алоэ и иных растений. Главный вывод: растительные вещества влияют на сам вирус, а не на клетки хозяина. Как видим, интересное начало положено молдавскими учеными в борьбе с вирусами.

Положено начало (именно только начало!) и в изучении влияния фитонцидов на вирусы, вызывающие болезни животных.

В 1954 году в возрасте 86 лет умер прекрасный человек, большой и скромный ученый, доктор Василий Гаврилович Ушаков. Его называли «совестью медицинского Ленинграда». Он был в конце прошлого столетия одним из первых учеников еще молодого тогда И. П. Павлова, свидетелем работ великого И. И. Мечникова и Луи Пастера. Мечников в Одессе, а Ушаков

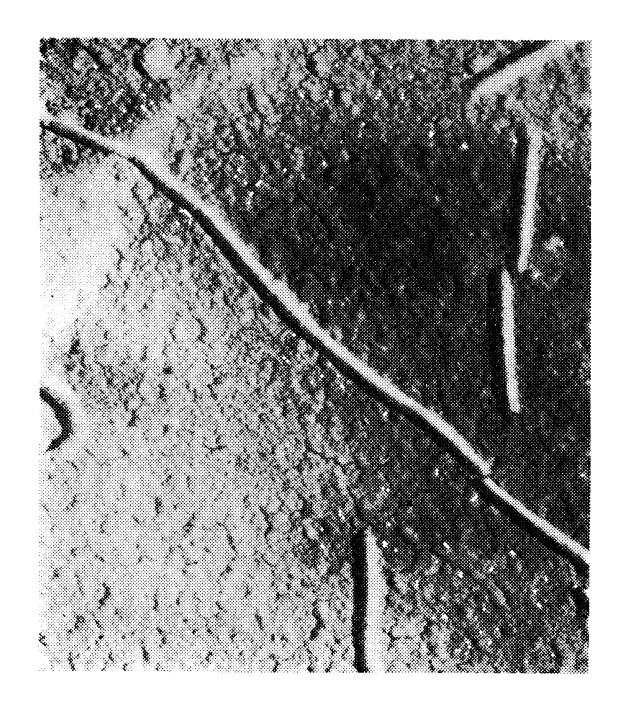


Рис. 62. Агрегация вирусных частиц под воздействием сока алоэ.

вместе с другими учеными в Петербурге создали первые в России медицинские учреждения по борьбе с бешенством — пастеровские прививочные станции. Ушаков был лучшим в СССР знатоком вирусов, и особенно вируса бешенства. Будучи горячим сторонником исследований фитонцидов в интересах медицины, Ушаков вместе с Филатовой и мною поставил разведывательные опыты по влиянию фитонцидов чеснока и лука на вирус бешенства. Известно, что если кусочек мозга бешеного животного вводить здоровому, то неизбежно развивается болезнь. Мы были весьма удивлены, увидев, как сильно ослабляется или даже совершенно прекращается действие «бешеных» мозгов,

если перед введением здоровому организму подержать их в течение десятка минут в посуде с летучими фитонцидами чеснока или лука. Увы! Со смертью Ушакова эти опыты были прекращены.

В настоящее время благодаря открытиям других ученых обоснована полная уверенность в том, что фитонциды пригодятся медицине и ветеринарии. Пионером работ по влиянию фитонцидов на вирусы был Василий Гаврилович Ушаков. Но, конечно, исследование Ушакова, Филатовой и мое о вирусе бешенства носило самый предварительный характер и представляет лишь теоретический интерес хотя бы уже потому, что вирус бешенства, этот враг человечества, давно покорен медициной. Знаменитый французский ученый Луи Пастер еще в прошлом веке дал верное оружие борьбы против бешенства — прививки, полностью останавливающие развитие болезни человека после укуса его бешеным животным.

В этой книге я с особым удовольствием вспоминаю имена двух скромных советских ученых, сделавших важные шаги на пути использования фитонцидов в борьбе с вирусами. Одно открытие принадлежит заслуженному ветеринарному врачу РСФСР Ф. М. Спиридонову. Благодаря смелой научной инициативе ему удалось разработать новые меры борьбы с ящуром. Это заразная болезнь крупного рогатого скота, свиней, овец, оленей, а также диких животных — серн, козуль, антилоп, яков, зубров. Ящур очень заразная болезнь, она быстро распространяется, поражает все поголовье стада и приводит многих животных к гибели, или они теряют полезные человеку качества.

В 1952—1953 годах в некоторых хозяйствах Тамбовской области ящур вызвал большое бедствие: погибло много молодых животных, на два месяца были закрыты сенные пункты в Мичуринске, выживший молодняк оправился лишь через год-два. Виновником ящура является чрезвычайно заразный вирус, выделяющийся разными путями из организма заболевшего животного (через слюну, молоко, мочу). Трудно уберечь здоровое животное от заболевания ящуром. Достаточно тысячной доли капли зараженного материала, чтобы вызвать болезнь. Вирус ящура очень стоек к внешней среде. В замороженном состоянии он может сохранять свою силу месяцами. В замороженном мясе больных животных вирус ящура может сохраняться до 150 дней, в мерзлом навозе он остается жизнедеятельным более 40 дней.

Заболевшее животное впадает в лихорадочное состояние, температура тела повышается до 40—41 градуса Цельсия, появляются другие признаки болезни. На рис. 63, *а* изображено больное животное. Обильно тянущимися вниз нитями выделяется слюна, образуя пенистую массу в уголках рта. Через день, два, три от начала заболевания на слизистой оболочке рта, на



Рис. 63. Ящур у крупного рогатого скота.
а — больная ящуром корова; б — язвы на нижней и верхней губах у больной ящуром коровы.

вымени и в других местах появляются пузырьки, которые затем лопаются, и на их месте остаются разной величины язвы — ярко-красные влажные участки больной обнаженной слизистой оболочки (рис. 63, *б*). Ящуром могут заболеть и люди. К счастью, это случается очень редко. В ротовой полости, а также на руках, на ступнях ног появляются пузырьки и язвы (рис. 64).



Рис. 64. Поражение ящуром рук у человека.
а — на ладони видно много пузырьков; *б* — видны язвы.

Что же сделал Спиридонов? Он создал так называемую противоящурную фитонцидно-тканевую вакцину, которую с успехом применил в разгар эпидемии в угрожающих ящуром хозяйствах с предупредительной целью против ящура крупного рогатого скота и свиней. Не будем говорить подробно о приготовлении вакцины, отметим лишь, что в ее состав введены фитонциды... тополя. Да! Фитонциды листьев душистого тополя. В августе-сентябре в тамбовском лесу Спиридонов собирал листья этого дерева, высушивал их в затемненных местах, измельчал, помещал в марлевые мешочки, промывал в воде, отжимал и заливал крепким спиртом. Полученный настой отфильтровывался и использовался при изготовлении вакцин. Фитонциды тополя надежно ослабляют вирус ящура, содержащийся в вакцине, устраняют его злокачественность. Спиридонову требовалось показать целебную силу новой вакцины на практике. Как же он поступил?

Уверенный в своей правоте, ученый предложил и осуществил следующий смелый опыт перед комиссией специалистов — знатоков болезней рогатого скота. 10 и 17 мая 1954 года 130 коровам колхоза «Красный тулянец» Рассказовского района Тамбовской области (за исключением двух животных) была введена шприцем под кожу новая противоящурная вакцина в количестве пяти кубических сантиметров каждой корове. Через 9 дней после второго введения вакцины с целью проверки действенности ее были взяты для исследования девять вакцинированных коров и те две контрольные, которым вакцина не вводилась. Все одиннадцать коров были заражены злым вирусом ящура путем нанесения заразного начала зубной щеткой на слизистую оболочку верхней губы. После этого все коровы содержались в общем открытом загоне, на одном выпасе площадью в один гектар. Водопой производился из общей колоды. Нетрудно представить себе, как волновался Спиридонов в ожидании результата опыта!

Итак, 26 мая девяти вакцинированным коровам и двум контрольным был введен вирус ящура, и создатель новой вакцины должен был целый месяц, до 26 июня, нетерпеливо ждать результатов смелого опыта. Ежедневно утром и вечером измерялась температура коров, и комиссия часто изучала состояние их здоровья. Вакцина выдержала проверку! У вакцинированных коров в течение месяца не было обнаружено никаких признаков ящура, и температура животных оставалась нормальной. Что же случилось с контрольными коровами, которым, как и вакцинированным, введено было в одно и то же время и в таком же количестве заразное начало? Через двое суток они заболели ящуром в тяжелой форме. После этого Спиридонов использовал свое предохранительное лекарство в борьбе с ящуром, и фитонциды тополя уже играли полезную роль.

Много лет прошло после открытия Спиридонова, но оно не стало достоянием практики. Почему? Автор этой книги не вправе решать вопросы ветеринарии, но он обязан воспользоваться своей книгой как открытым письмом и задать вопросы. В самом деле, почему не прислушались к наблюдениям Спиридонова? Вскрыты какие-либо ошибки? Или мешает скептицизм в отношении фитонцидов? Или открыты более действенные средства борьбы с ящуром? Да, конечно, наука идет вперед. Созданы действенные вакцины против ящура, но уже были случаи появления таких типов вирусов, против которых вакцины оказались бессильными.

Имя другого исследователя, изучавшего влияние фитонцидов на вирусы,— Вера Петровна Короткова, сотрудница Института экспериментальной медицины в Ленинграде. В скромной роли лаборанта-вирусолога, в обстановке постоянных сомнений со стороны работников лаборатории, из года в год Короткова искала химические средства борьбы с вирусом гриппа. Изучив многие вещества, она решила заняться и фитонцидами высших растений. Она взяла из нашей лаборатории ряд фитонцидных препаратов и поразилась тем, что некоторые из них подавляют размножение вируса гриппа. Заинтересовали Короткову фитонциды листьев того же тополя, фитонциды антоновских яблок, корней кровохлебки, кизила и в особенности листьев эвкалиптовых деревьев. Самым полезным оказался эвкалипт прутьевидный. В соприкосновении с фитонцидами этого дерева вирус гриппа прекращает размножаться, что и выяснила очень подробно Короткова в опытах вне человеческого организма, на развивающихся куриных зародышах, которые ученые используют в исследованиях вируса гриппа. Короткова положила начало изучению влияния эвкалиптового препарата на вирус гриппа у людей.

Если орошать жидким препаратом из листьев эвкалипта полость рта и зев людей, у которых в этих местах имеется вирус, то уже через один час заметно подавление приживляемости вируса к слизистой оболочке верхних дыхательных путей. Это еще далеко не лечение гриппа фитонцидами; потребуется много труда, чтобы приготовить фитонцидные препараты, гарантированно излечивающие от гриппа или предупреждающие заболевание, но превосходное начало работами Коротковой уже положено.

Доктор В. М. Коротков успешно применил фитонциды чеснока при гриппе и катарах верхних дыхательных путей во время вспышек гриппа в 1954, 1955 и 1959 годах. Под наблюдением было 10 117 больных. Доктор Коротков в профилактических целях употреблял чеснок, а также и лечил чесноком заболевших гриппом. Хотя автор этих строк не врач и, конечно, не намерен рекомендовать читателям способы использования чеснока, он решается рассказать подробности наблюдений Короткова. Его

больные получали внутрь 3 раза в день по 20 капель спиртовой настойки чеснока или чесночный сок по 8 капель в нос каждые три часа 3 раза в день, по 5—6 капель 10-процентной спиртовой настойки чеснока или 10-процентного чесночного сока на физиологическом растворе с новокаином.

Постельным больным доктор Коротков рекомендовал давать каждые три часа по 8 капель чесночного сока на столовую ложку молока, подогретого до 45—50 градусов Цельсия, до исчезновения катаральных явлений и снижения температуры. Рекомендовалось применять фитонциды чеснока при ежедневных двукратных ингаляциях по 10 минут. Результаты были превосходными.

С этими наблюдениями перекликаются не менее успешные попытки врача И. Е. Новикова. О его смелых способах использования фитонцидов при лечении желудочно-кишечных заболеваний мы уже говорили. Но он использовал также изобретенный им ингалятор и для лечения больных гриппом. И опять-таки летучими фитонцидами чеснока.

Случайно ли все это? Не боясь возбудить гнев скептиков-медиков и дать повод упрекнуть в знахарстве, скажу откровенно: пока не будут раскрыты все тайны вируса гриппа и его взаимоотношений с клетками наших тканей, пока не будет найдена настоящая управа на вирус, дурно пахнущий чеснок останется одним из лучших средств против гриппа.

Перспективны поиски противовирусных химически чистых веществ растительного происхождения. С. А. Вичканова и Л. В. Горюнова испытали 107 соединений — алкалоиды, сапонины, полифенолы. Среди этих веществ особенно интересным оказался госсипол из хлопчатника шерстистого. Продолжительность жизни мышей, которым вводили вирус вместе с госсиполом, значительно больше, чем тех, которых заражали вирусом без этого вещества. Подобные поиски следует продолжить.

К сожалению, еще недостаточно химиков работает вместе с врачами. Ведь медицине для борьбы с гриппом надо дать более совершенный препарат, чем водная или спиртовая вытяжка фитонцидов из листьев растений. Не всякий хороший химик готов рисковать и тратить свои силы на улучшение фитонцидных препаратов против вирусов. Оно и понятно, если вспомнить, сколько было забраковано научной медициной противовирусных средств. Это неплохо, так как заставляет ученых всесторонне изучать новые лекарства, прежде чем врач отважится лечить больного. Но всякие излишества вредны, не полезны и излишние сомнения. Скептицизм должен иметь границы и следует приветствовать новаторов в науке, в частности врачей, пытающихся заставить фитонциды служить подспорьем нашему организму в его борьбе с бактериальными, грибковыми и вирусными заболеваниями. Конечно, надо помнить, что наука — не поделка сапог по готовому стандарту, и нельзя обвинять ученых,

если в результате трудной длительной работы могут получиться плохие «научные сапожки», которые приходится браковать. Это не позорно, такой «брак» почти неизбежен в науке.

История науки богата трагедиями ученых. Не раз новое встречалось в штыки. Надо помнить об этом и давать «зеленую улицу» тем новаторским поискам, которые заведомо не могут принести вреда.

Медицина начала использовать... туманы. В кубическом сантиметре городского воздуха содержится от 10 до 100 тысяч мельчайших частиц. Это твердые частицы (пыль), но это и частицы жидкости — туман или смешанного характера — дым. Всем им дают название аэрозолей. Медицина пытается применить аэрозоли для предупреждения заболеваний и в лечении человека.

Лекарства можно дать в воздух в аэрозольном состоянии. Мне кажется, наука совершила бы преступление, если бы не попыталась использовать фитонциды. Но, конечно, предстоит работать и работать, работать много, прежде чем рекомендовать в виде фитонцидов вещество, могущее сослужить службу для предупреждения или лечения заболевания. Надо радоваться тому, что новаторы в этой области появились.

Строго научные исследования в таком направлении уже начались. Антимикробный препарат из зверобоя новоиманин широко применяется в медицинской практике именно при аэрозольном лечении различных гнойно-воспалительных заболеваний верхних дыхательных путей.

Радости и тревоги врачей и биологов

Какова будущность фитонцидов высших растений в медицине? Займут ли они видное место в лечебной медицине, и будут ли препараты из них находиться на полках аптек всех стран в качестве равноправных соседей с пенициллином и другими антибиотиками? Хотелось бы, конечно, чтобы поскорее наступило такое время на земном шаре, когда человечество, освобожденное от войн, в братском сотрудничестве всех наций воспользовалось бы по-настоящему всеми великими достижениями науки, дающими возможность в течение короткого периода совершенно освободиться от патогенных микробов. Это время обязательно наступит, профилактическая медицина завершит свое благородное дело, и все болезнетворные организмы окажутся покоренными.

А пока что происходит борьба с заразными болезнями, идут поиски средств, все более смертоносных против микробов, поиски средств, стимулирующих наши собственные защитные силы. За последние 30—40 лет врачи всех стран, сами того не сознавая, произвели огромный опыт, равного которому не знает история медицины: в организмы миллионов людей введены пе-

нициллин и другие лечебные вещества большой противомикробной мощности. Миллионы людей спасены от смерти. Эти прекрасные лечебные вещества еще и впредь сослужат службу человечеству. Но медицина и биология должны смотреть вперед и предвидеть все последствия своих действий.

А что делается с бактериями в результате использования медициной новых препаратов? Образно говоря, происходит гигантская битва человека со стафилококками, стрептококками, туберкулезной палочкой, возбудителями кишечных заболеваний, с полчищами других невидимых простым глазом врагов. Происходит «состязание» между медициной и микробами, о чем навряд ли думают больной, спасенный новыми лекарствами, да и большинство врачей. Ни в одном организме ни при каких дозах хороших лекарств не убиваются абсолютно все бактерии.

Какие же бактерии выживают и могут служить источником непредвиденных заболеваний других людей? Выживают наиболее приспособленные к новым для них условиям жизни, наиболее стойкие, или, как говорят, наиболее резистентные. Вот почему лечебная медицина, превосходно справляясь с болезнями отдельных людей, не избавляет человечество от новых заболеваний. Более того, происходит изменение заразных начал, создание наиболее стойких видов микробов. Природа как бы мстит медицине за чудодейственное вмешательство в ее жизнь новыми лекарствами. Происходит стихийный отбор самых стойких микробов, они изменяются, эволюционируют, создавая возможность появления новых болезней. Изменяются формы гриппа, кишечных и других заболеваний. В этом состязании человек в конце концов окажется полным победителем, а пока из года в год, по мере эволюции микробов, медицина должна будет «оттачивать оружие борьбы» со становящимися все более злыми своими врагами. Появились уже формы стойких к пенициллину микробов, ранее легко им убивавшиеся.

Не из честолюбия и гордости, а в интересах дальнейшего развития проблемы фитонцидов, в интересах людей мне хочется напомнить, что, будучи биологом, я предвидел неизбежное появление резистентных, устойчивых к пенициллину и другим антибиотикам микробов. Полным голосом и с тревогой я говорил об этом уже в начале победной пенициллиновой эпохи.

Старшее поколение врачей и биологов хорошо помнит состояние медицины тридцатых годов, когда была не менее радостная, чем пенициллиновая, эпоха сульфаниламидных препаратов. Тогда казалось: вот, наконец, наука обнаружила антисептики, которые спасут здоровье миллионов людей. И надежды эти оправдались, так как стрептоциды, сульфидины и различные подобные препараты действительно спасли жизнь миллионам людей. Но, выразимся так, полного счастья сульфаниламидные препараты не принесли. Вспоминается прекрасная сказка М. Метерлинка «Синяя птица». Люди ищут счастье —

синюю птицу, и вот, наконец, она поймана, но хвост остается в руках, а счастье — синяя птица — улетает. Надо снова и снова искать эту птицу.

Так и с сульфаниламидными препаратами. Через несколько лет после их триумфального использования в медицине начались разочарования, одним из главных поводов для которых было возникновение устойчивых к препаратам форм микробов. Это то же явление, какое наблюдается ныне с фитонцидными препаратами из бактерий и низших грибов — антибиотиками.

Но нет оснований предаваться пессимизму, так как, во-первых, все знают, что «хвост» синей птицы и сейчас еще в наших руках: при ряде заболеваний с огромным успехом используются и поныне сульфаниламидные препараты, а пенициллиновая эпоха еще далеко не окончилась, по-прежнему при многих заболеваниях нет лучших препаратов, чем антибиотики. В то же время продолжается бурный прогресс науки, новые и новые победы одерживают медицина, биология, физика и химия. Эти победы сулят создание еще более полезных лекарств.

И, однако, ясно, что лучшими лекарствами в борьбе с заразными заболеваниями являются те, которые не только угнетают жизнь паразитов человека, но и стимулируют его собственные защитные силы. А коли так, то высшие растения с их фитонцидами будут приковывать к себе все большее внимание.

Рассуждения такого же характера правильны и в отношении борьбы с болезнями растений. Почему растение, полученное путем гибридизации и отбора, устойчивое к тому или иному заболеванию, через несколько лет вдруг оказывается неустойчивым? Одна из причин — эволюция болезнетворных для растений бактерий, возникновение устойчивых их форм.

Но наука не безоружна. Зорко следят медицина и биология за эволюцией микробов и противодействуют «привыканию» микробов к антибиотикам, получаемым из фитонцидов низших растений. Для лечения применяют и новые лекарства. Медицина все более использует и физику, и химию, использует для обеззараживания от бактерий высокую температуру, ультразвуки, радиоактивные вещества... Человек победит!

...Полями пахнет,— свежих трав,
Лугов прохладное дыханье!
От сенокосов и дубрав
Я в нем ловлю благоуханье...

И. А. Бунин

Загадки лесов, лугов и степей

Лес! Сколько добрых и умных слов сказано о нем, о его роли в жизни человечества. И небиологам известно, что все животные и человек живут в конечном счете только потому, что зеленые растения могут усваивать энергию солнечного луча и строить органические вещества из простых соединений. Об этой космической, планетарной роли растений знают все. Благодаря растениям мы — дети Солнца!

А санитарные гигиенисты нам доказали, например, какую большую роль играет лес, очищая воздух от пыли. А. А. Молчанов пишет в статье, напечатанной в журнале «Здоровье» (1973, № 1): «В лесу почти нет пыли, в то время как даже в полевом воздухе, не говоря уже о городском, ее содержится до 25 граммов в одном кубическом метре. Ученые подсчитали, что кроны еловых деревьев на одном гектаре задерживают ежегодно 32 тонны пыли, сосновых — 36, дубовых — 56, буковых — 63 тонны».

Вспомним, о чем говорилось раньше. Один гектар можжевелового леса может за сутки выделить в воздух 30 килограммов летучих фитонцидов! Этим количеством в точных лабораторных опытах можно уничтожить микробов, которые находятся во всех закоулках большого города!

Ялтинский ученый Мария Николаевна Артемьева выяснила, что один гектар лиственных лесов выделяет за сутки около 2 килограммов летучих органических соединений, а один гектар хвойных лесов — 5 килограммов. Артемьева провела многолетнюю работу, изучив фитонцидные свойства 1112 видов и сортов культивируемых и дикорастущих растений Южного берега Крыма. Она выяснила, что выделяемые растениями летучие фитонциды влияют на микробов воздуха.

В молодом сосновом бору и в кедровых лесах наблюдается фактически стерильный воздух. Если даже и близки к этим лесам населенные пункты, все равно воздух в лесах почти не содержит бактерий, хотя там, где живут люди, где есть жилища, всегда много бактерий. Вспомним опыты ученого-лесовода

П. И. Брынцева, который доказал, что листья березы, клена, дуба, лещины, ивы и других растений продуцируют в воздух летучие фитонциды в огромных количествах. Вспомним, наконец, А. М. Думову и Б. С. Драбкина, показавших, что выделяющиеся из неповрежденных декоративных растений фитонциды оказывают влияние на микрофлору воздуха.

Некоторые ученые считают, что в одном кубическом метре воздуха в лесу содержится только около 500 бактерий, а в больших городах — 36 000! О других опытах, с более «сенсационными» результатами, не будем рассказывать. Необходимы дальнейшие исследования в этом направлении.

Интенсивность выделения летучих фитонцидов в разных типах лесов, конечно, должна варьировать вследствие многообразных причин; она зависит от сезона года, времени дня, от климатических условий в разных широтах и долготах земного шара, от близости или отдаленности океанов, от солнечной активности и от других условий. Ученые Института леса и древесины Сибирского отделения АН СССР В. Протопопов, Г. Перышкина, Г. Черняева изучали фитонцидные свойства разных типов лесов сибирской тайги. Они выяснили, что наибольшее количество летучих фитонцидов выделяется в атмосферу в июне-августе, особенно в три-четыре часа пополудни. В течение одного часа кедровик на площади в один гектар выделяет от 0,114 до 0,719 килограмма фитонцидов, сосновый бор — от 0,154 до 0,392, березовая роща — от 0,028 до 0,310 килограмма. Наибольшее количество летучих фитонцидов выделяется пихтовыми деревьями.

Читатели этой книги, познакомившись с изумительными свойствами фитонцидов, согласятся, конечно, что приведенные цифры огромные. В интересах медицины, терапии, гигиены, курортного дела, в интересах лесоводства, растениеводства, многих других областей науки и жизни надо приветствовать начавшуюся углубленную научную работу о летучих выделениях фитонцидов в атмосферу. Это необходимо и в таких областях науки, к которым на первый взгляд не имеют отношения фитонциды, например для космического землеведения, для изучения из космоса разных явлений на земном шаре: как изменяют огромные количества фитонцидов в атмосфере показатели тех космических приборов, с помощью которых изучается Земля, в частности фотографических приборов, имеют ли значение фитонциды для метеорологических явлений, происходит ли изменение количества озона в связи с окислением ряда химических компонентов фитонцидов и многих других веществ? Собственно, ученые должны создать своеобразные карты количества летучих фитонцидов в атмосфере над своей страной и карты внеземного значения.

Богат и чудесен зеленый мир на земном шаре. В растительном мире еще много неизведанных тайн. Мы даже не изучили

еще точно, как влияют разные типы лесов, лугов, степей на микробное население окружающего воздуха.

Украинский ученый академик Н. Г. Холодный наряду с фактами вредного действия летучих веществ высших растений на микроорганизмы обнаружил не менее любопытное явление: в некоторых случаях летучие вещества, наоборот, улучшают жизнь тех или иных бактерий, ускоряют их размножение. Особый интерес представляют в этом отношении цветы многих растений. Холодный не ограничился своим открытием. Он высказал смелое и очень важное для медицины предположение: летучие органические вещества, выделяемые высшими растениями, могут оказаться «атмосферными витаминами» или витаминоподобными веществами. Эти вещества усваиваются в качестве пищи животными или другими растениями.

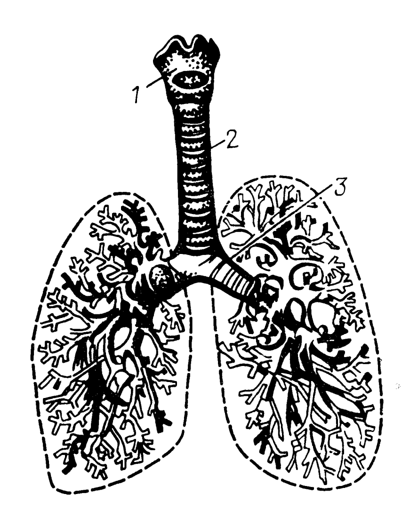


Рис. 65. Легкие человека.
1 — гортань; *2* — дыхательное горло; *3* — бронхи.

И здесь перед нами снова встает вопрос: не могут ли птицы, млекопитающие и человек, вдыхая в лесу летучие фитонциды, усваивать их, «есть» их своими легкими? Легкие человека так устроены, что обладают огромной всасывающей поверхностью. Их можно уподобить сильно разветвленному дереву (рис. 65). Гортань переходит в дыхательное горло, или, как его называют иначе, трахею. Эта длинная дыхательная трубка проходит в грудную полость, где делится на правую и левую ветви, называемые бронхами, которые и входят в легкие. В тканях легкого они все более и более ветвятся, становясь мельчайшими бронхами. Концевые части этого «дерева» — так называемые альвеолы. Их очень много — до 300 или даже до 400 миллионов. Стенки альвеол тонкие, податливые, эластичные. При вдохе легкие расширяются как раз за счет растяжения альвеол. Строение клеток, из которых состоят стенки альвеол, приспособлено к газообмену — поглощению кислорода и отдаче углекислого газа. Стенки всех альвеол обоих легких человека обладают огромной поверхностью — до 100 квадратных метров!

Мы уже знаем, что при вдыхании летучие фитонциды могут незамедлительно попасть в кровяное русло и разнестись по всему телу. Если предположение Холодного правильно, если в составе летучих фитонцидов, например, хвойных деревьев или дуба есть витаминоподобные вещества, а человек своими

легкими может их усваивать, то сколь же благотворен для человеческого организма должен быть воздух соснового леса или дубовой рощи!

Ученых занимает, конечно, не только влияние летучих фитонцидов на микробов, находящихся в воздухе, но и то, какое влияние оказывают фитонциды растений на организм здорового и больного человека.

Интересны исследования Е. С. Лахно, Т. В. Старовойтовой, А. Н. Сверчкова, Н. В. Козловой и других киевских ученых — специалистов по санитарной гигиене. Они попытались дать разностороннюю гигиеническую оценку лиственных и хвойных лесов, а не только их бактерицидных свойств. В частности, изучалась ионизация приземных слоев воздуха в связи с жизнедеятельностью растений. Степень ионизации кислорода имеет большое значение для здоровья людей.

Врач И. И. Кияницын содержал кроликов и морских свинок в воздухе с обычным количеством кислорода, но в котором не было ионизированных молекул. Животные погибали. «Кислород, да не тот»,— говорит специалист в области ионизации воздуха А. Л. Чижевский. Для здоровья людей полезными оказались так называемые легкие ионы, особенно отрицательного знака. Летучие вещества растений способствуют ионизации. Профессора А. А. Минх и А. Л. Чижевский утверждают, что в воздухе над лесами в одном кубическом сантиметре содержится 2000—2500 легких ионов, а в районе озелененного Сестрорецкого курорта под Ленинградом число легких ионов в одном кубическом сантиметре доходит до 15 000. В чистой же атмосфере без влияния леса число их равно 1000, а в закрытых многолюдных помещениях — всего от 25 до 100. Не будем вдаваться в подробности, доступные пониманию физиков: чем вызываются электрические явления, от которых зависит ионизация воздуха, и т. п.? Важен сам факт влияния летучих фитонцидов на ионизацию воздуха.

Наряду с легкими ионами в воздухе присутствуют тяжелые ионы, в больших концентрациях угнетающие состояние человека. Тяжелых ионов бывает много в непроветриваемых помещениях и в узких горных ущельях. Так утверждает доктор сельскохозяйственных наук ленинградец С. В. Белов. Он пишет: «На основе длительных клинических наблюдений врачи-курортологи пришли к следующим рекомендациям. Такие помещения, как спальни, залы отдыха, веранды, спортзалы, следует располагать таким образом, чтобы они выходили на ту сторону зданий, которая больше всего подвергается воздушным течениям, несущим более ионизированный отрицательными ионами воздух с гор и лесных массивов. При ветрах, дующих с моря, количество отрицательно заряженных ионов уменьшается. На обширной Русской равнине, где горы отсутствуют, важным фактором в обогащении воздуха ионизированным кислородом являются

леса, а ветер доставляет его близлежащим городам и поселкам. Причем, оказывается, леса выполняют эту роль полноценно в течение всего бесснежного периода, включая весну и осень. В зимнее время, при наличии снега и мерзлой почвы, ионизирующая роль лесов снижается примерно в 2 раза. Эти факты свидетельствуют о том, что лес ионизирует не только тот кислород, который он сам выделяет, но и другие массы кислорода, приносимого ветрами из других мест. Таким образом, леса выполняют гигиеническую функцию по обеспечению атмосферы биологически активным кислородом круглый год».

В связи с озеленением городов полезную работу провела В. Н. Власюк в лаборатории энтузиаста проблемы фитонцидов — московского ученого П. И. Брынцева.

Не будем петь только гимны растениям. Когда речь идет о помощи больному человеку, требуется точно знать, а не вредно ли для него то, что полезно для большинства здоровых людей. При некоторых болезнях и чистая вода не безвредна, и врачу приходится решать, в каком количестве человек должен пить ее. Что же говорить о лесе с многообразным его влиянием на организм!

Большую работу провел врач Л. З. Гейхман. Он изучал влияние фитонцидов хвойных лесов на больных сердечно-сосудистыми заболеваниями. Оказывается, нельзя увлекаться только антимикробными свойствами летучих фитонцидов лесов. Некоторые сердечные больные в жаркие летние дни плохо себя чувствуют в густом сосновом бору: у них повышенная чувствительность к летучим органическим веществам, вдыхаемым с воздухом.

Многие врачи и больные внимательно прислушиваются к настойчивым рекомендациям Гейхмана. Он не враг фитонцидов, а большой доброжелатель. Что же он считает безусловно доказанным? Плохую переносимость в жаркое время хвойного леса больными гипертонической болезнью. Надо ждать дальнейших доказательств правильности этого важного утверждения и доказательства того, что неблагоприятное влияние вызывается именно летучими фитонцидами. Всем ли сердечным больным следует опасаться проводить жаркое время в хвойном лесу?

Оптимистические, уверенные выводы из своих наблюдений делает Гейхман в отношении летучих фитонцидов в дубовых рощах. Вдыхание летучих веществ дуба сопровождается отчетливым снижением артериального давления у гипертоников, улучшением сна, повышением насыщения артериальной крови кислородом и другими хорошими показателями.

Сколько новых вопросов поставлено учением о фитонцидах перед санитарными гигиенистами, специалистами по озеленению городов, врачами-курортологами, перед деятелями профилактической (предупреждающей болезни) медицины. Между тем у части ученых еще имеется скептицизм в отношении фитонци-

дов. Законен ли он? Конечно, умеренный скептицизм всегда должен быть в новом деле, особенно у ученого, желающего лечить больного или предупреждать болезни.

Нет никаких оснований думать, что любое древесное растение выделяет летучие фитонциды, убивающие любую бактерию, что вокруг каждого растения имеется совершенно безбактериальная зона воздуха, что выделяемые в атмосферу летучие фитонциды должны спасать всех больных. Не надо ждать чудес! Но если деревья, травы, кустарники хоть немного помогают очищать воздух не только от пыли, но и от вредных микробов, если они улучшают деятельность нашего организма, сколь неоправданно игнорирование растений и их фитонцидов. Если быть последовательным, то надо подвергать все сомнениям. Например, многие санитарные гигиенисты придают большое значение озону, но известно, сколь скромны его антимикробные свойства. Было бы неразумным, однако, отвергать значение озона.

Не пора ли нам по-новому отвечать на вопрос: какого типа леса, луга и степи наиболее благоприятны для того или иного вида лечебных учреждений? Не пора ли биологам и медикам, вооружившись современными достижениями физики и химии, их приемами изучения веществ и явлений, поставить перед собой огромную медико-биологическую задачу о выяснении влияния леса на человека? Для химика и физика найдутся интереснейшие проблемы определения незначительных количеств тех или иных фитонцидных веществ, вдыхаемых нашими легкими и влияющих не только на бактерии, но и на наше дыхание, на нервную систему. Ученые-физиологи, изучающие жизнь и деятельность глаза, найдут много еще неизвестного о влиянии на организм человека красок леса. Очень сложно влияние леса на нервно-психическую деятельность человека.

Напрашиваются предположения, кажущиеся излишне смелыми и излишне фантастическими, но высказывать их принуждают многие факты.

Не случайно каждый из нас ежегодно ждет весеннего пробуждения нашей прекрасной родной природы, оживления лесов, буйного роста трав. Лес зовет, зовут степи, зовут растения!.. И безразлично: академик ли медицины ты или рабочий, школьник или убеленный сединами человек — все мы, входя в лес, по-иному дышим, по-иному говорим, по-иному движемся и, позабыв всякую науку, просто и бесхитростно восклицаем: как хорошо здесь! А почему, собственно, хорошо?

Еще не разгадано много тайн удивительного влияния леса на наш организм.

Треть всех мировых запасов леса находится на территории нашей Родины. 80 миллиардов кубометров древесины! Это огромная кладовая пищи, сырья для промышленности и многого, многого другого. Но главное — это гигантская «аптека», это ле-

чебница, это поэзия, это красивейшая часть нашего бытия. Разнообразный растительный мир нашей планеты достоин того, чтобы вечно восторгаться им.

Как прекрасно пишет Михаил Пришвин о растениях, какие вдохновенные произведения созданы Владимиром Солоухиным! Все, что подсказала Солоухину интуиция, и все разумное, что он нашел в деяниях ученых, хотелось бы поместить здесь, в этой книге: и его музыку слов о грибах и траве, и о великом смирении царя природы — человека перед природой, и сердечную боль художника в связи с безрассудными действиями неумных хозяйственников.

Не случайно старейшее у нас Ленинградское общество естествоиспытателей избрало Леонида Леонова и Владимира Солоухина своими почетными членами, чего удостаивались великие натуралисты — Ч. Дарвин и другие таланты и гении. Художники слова — в ряду ученых-биологов, и их слово оказывает не меньшее влияние на миллионы людей, чем статьи ученых деятелей об охране природы.

Конечно, того же достоин и (увы!) ушедший из жизни мой друг Константин Паустовский. «Нет большего отдыха и наслаждения,— писал он,— чем идти весь день по... лесам, по незнакомым дорогам к какому-нибудь дальнему озеру. Путь в лесах — это километры тишины, безветрия. Это грибная прель, осторожное перепархивание птиц. Это липкие маслюки, облепленные хвоей, жесткая трава, холодные белые грибы, земляника, лиловые колокольчики на полянах, дрожь осиновых листьев, торжественный свет и, наконец, лесные сумерки, когда из мхов тянет сыростью и в траве горят светляки».

Много неясного в действии растений на наш организм, много предстоит науке выяснить и о фитонцидах, но уже и сейчас мы убежденно можем воскликнуть: побольше и почаще надо бывать в лесах, на лугах, около озер и рек! Пусть чаще радуют наш глаз деревья и травы! Почаще и глубже будем дышать прекрасными дарами природы — фитонцидами!

Наука должна питать своими достижениями производство...

В. Л. Комаров

Фитонциды и пищевая промышленность

Подобно тому как говорят о народной и научной медицине, можно было бы условно говорить о научной и народной кулинарии, о способах приготовления пищи и хранения ее. К счастью, с расцветом науки и культуры такое, даже условное, разделение все более теряет смысл.

Впрочем, не мешало бы провести серию всесоюзных совещаний людей самого старого возраста — знатоков соленья и маринования грибов, приготовления варений и соков плодов, квашения капусты и умельцев в других областях. Наука о питании и министр пищевой промышленности, наверное, узнали бы важные подробности, передаваемые от поколения поколению.

Каждому ясно, какое огромное народнохозяйственное значение имеет разрешение вопроса о том, как на 1—2 дня предохранить от гниения и плесневения продукты. В этом заинтересована не только промышленность, заготовляющая и перерабатывающая тонны и тысячи тонн продуктов, а и работники столовой, каждая домашняя хозяйка. Как сделать так, чтобы фарш, приготовленный для котлет, остался свежим при комнатной температуре и завтра? Как сохранить пойманную рыбу несколько дней, не прибегая ко льду и сложным приемам? Как железнодорожному пассажиру, отправляющемуся в далекое путешествие, предохранить от порчи взятые из дому продукты? Не могут ли пригодиться во всех этих случаях фитонциды?

В мясной и рыбной промышленности существуют разнообразные научно разработанные приемы переработки, хранения и транспортировки продуктов с использованием низких температур, огня, различных бактериоубивающих веществ — антисептиков. Один из главных вопросов: каким образом не допускать на продукты бактерии и плесневые грибки, а если они попали, каким образом убить их, чтобы не было гниения и плесневения?

С незапамятных времен в быту люди, не имея представления о бактериях и антисептиках, пользовались бактерицидными

дарами природы. Охотник кладет в брюшную полость птицы фитонцидные растения. Домашняя хозяйка при солении прибавляет в бочку с огурцами всякие специи, играющие не только роль вкусовых веществ, но нередко и роль антисептиков. Нельзя ли, однако, сознательно, а не случайно использовать бактерицидные свойства растений для хранения продуктов?

Ю. А. Равич-Щербо подвешивал на проволоке в стеклянных сосудах под пробку экземпляры свежей рыбы — салаки. На дно сосудов помещались различные источники фитонцидов: измельченное корневище хрена, натертые на овощной терке луковицы лука или чеснока, горчица суточного и более длительного приготовления. Ничего, кроме теплой воды, к горчице не прибавлялось. Начинался химический процесс, хорошо изученный. Образовывались пары так называемых аллилгорчичных масел. Стеклянные сосуды закрывались пробками. Температура опытов комнатная, 15—17 градусов. Контрольные экземпляры рыбы помещались в точно такие же сосуды, но источников фитонцидов не было, а опытные, как ясно из описания, находились в атмосфере летучих фитонцидов. Это должно было оказать какое-то антисептическое действие в отношении тех гнилостных бактерий и плесневых грибков, которые всегда в большем или меньшем количестве могут быть на поверхности кожи рыбы и в мягких тканях ее.

Тринадцать суток наблюдал Равич-Щербо за результатами опытов. Требуется ли подробно описывать, что происходило с контрольной рыбой? Уже через 4 дня рыба покрылась видимым простым глазом налетом из толстого слоя бактерий и распадающихся тканей. Через 6 дней рыба так разложилась, что не держалась на проволоке, а упала на дно. Кожу от мяса отличить было невозможно, все ткани стали мажущимися, запах сильный, гнилостный.

Рыбы, находившиеся в парах хрена и чеснока, также не были свежими, но гнилостный процесс (особенно благодаря чесноку) сильно задержан. Запах гнилостный, но поверхность рыбы почти без слизи, мясо довольно плотное, кожа отделяется с трудом. Совершенно изумительное действие оказали пары горчицы: вид рыбы хороший, слизи нет, цвет рыбы такой же, как у свежей. Гнилостного запаха нет, мясо плотное, немажущееся.

Провели исследования и на бактериях: делали посев на питательные среды с поверхности кожи и из глубины, из тканей салаки. На 13-й день в опытах с салакой, находившейся в атмосфере паров горчицы, почти не было обнаружено бактериальных клеток. Салака как бы законсервировалась.

Более 100 лет назад знаменитый французский ученый Л. Пастер провел опыт с водой, обеззараживая ее от бактерий путем нагревания. Он получил «святую воду», не загнивающую неопределенно долгое время. Только что описанный опыт с салакой

несомненно войдет в историю науки как не менее яркий, чем опыт Пастера со «святой водой».

Особенно наглядно действие паров горчицы в опыте с полукилограммовой пикшей. Пикша подвешивалась в большом сосуде, на дно которого была помещена горчица. На 9-е сутки контрольная рыба разложилась и упала на дно, а опытный экземпляр на 21-е сутки имел вид свежей рыбы как с поверхности, так и внутри брюшной полости. Даже следов гнилостного распада не было!

Не меньший интерес представляют опыты Г. Б. Дуброва с говяжьим мясом. В нестерильных условиях (без предохранения от бактерий и плесеней) подвесили на крючке, продетом сквозь пробку, в стеклянном сосуде емкостью пол-литра несколько граммов говяжьего мяса. На дно сосуда помещали источники фитонцидов — измельченные части тех или иных растений.Контролем служило мясо, находившееся в такой же посуде, но не подвергавшееся действию летучих фитонцидов. Температура опытов во всех случаях одинаковая. Сосуды очень плотно закрывались, чтобы предотвратить попадание из воздуха новых и новых бактерий и спор грибков.

На 3—5-е сутки мясо в сосуде без фитонцидов сильно плесневеет и загнивает. На поверхности оказывается обильная зловонная слизь. Мясо же, находившееся в летучих фитонцидах чеснока, хрена, в парах горчицы, и через 5 суток не имеет никаких признаков гниения и плесневения. Мясо, подвергавшееся воздействию фитонцидов хрена и горчицы, не отличалось по цвету от нормального. Мясо, находившееся в летучих фитонцидах лука, слегка заплесневело, но гнилостный процесс был задержан.

Наблюдения на глаз за некоторыми кусками мяса велись в течение года. В других сосудах тщательный анализ, включая изучение количества и видов бактерий и плесеней, проводился на пятые сутки, а также через две недели, через полгода и через год.

Спустя месяц не было, конечно, никакой надобности в продолжении наблюдений над контрольным мясом. Собственно, мяса не было; была черная, зловонная слизь — остатки разложившегося и упавшего с проволоки на дно сосуда мяса. Находившийся в атмосфере летучих фитонцидов хрена кусок мяса стал плесневеть и загнивать через полгода. Значит, или с самого начала не все споры грибков были убиты, или, несмотря на предосторожности, споры грибков попали впоследствии, когда выделение противогрибковых веществ давно уже прекратилось. Мясо, находившееся в парах фитонцидов чеснока и в парах горчицы, гнилостному распаду не подверглось, но цвет мяса изменился.

Что же произошло через год? Гниение мяса в летучих фитонцидах хрена бурно разыгралось. Мясо, находившееся в парах фитонцидов чеснока, покрылось редким мицелием плесени.

Совершенно потрясающий результат, которому трудно поверить, если самому не поставить опыт, был получен с кусками мяса, помещенными в атмосферу летучих фитонцидов листьев лавровишни и паров горчицы. Никаких признаков гниения мяса не было заметно и через год! Сделали срез мяса и убедились, что сохранилось даже тончайшее строение мышечных волокон. Ясно, что мощные фитонциды убили вскоре после постановки опытов все бактерии и плесени, находившиеся как на мясе, так и на стенках сосудов. В дальнейшем же благодаря хорошей закупорке сосудов попадание бактерий и грибков из воздуха было предотвращено.

На моем рабочем столе в лаборатории стоит сосуд (рис. 66). В ниточном реденьком мешочке подвешено куриное яйцо, очищенное от скорлупы. Внизу, на дне сосуда, мы видим немного горчицы. Что же в этом удивительного? Дело в том, что яйцо сварено 15 октября 1949 года.

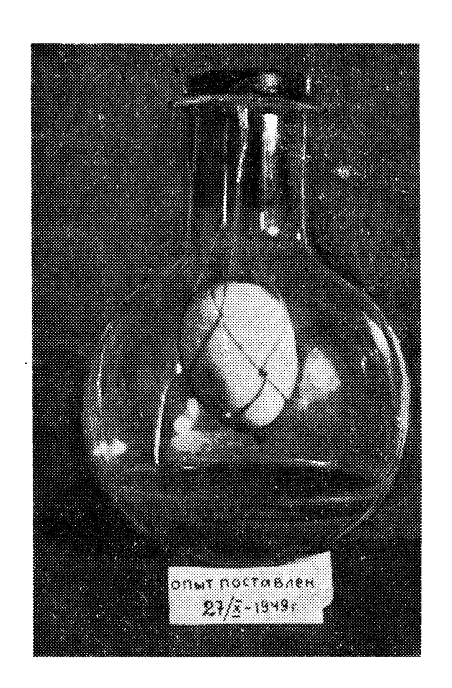


Рис. 66. Опыт с яйцом.

Первые два десятка лет яйцо не только не подверглось гниению, но и по внешнему виду казалось «свежим», недавно сваренным. К тридцатилетию своему оно также не загнило, не заплесневело, но цвет яйца сильно изменился, поверхность потеряла прежнюю гладкость. О чем говорит этот эксперимент? Конечно, не о том, что спустя десятилетия яйцо можно есть, а о том, что фитонциды некоторых растений действительно способны убить все бактерии и грибки, оказавшиеся на яйце в начале опыта. Неизбежны, однако, сильные изменения (автолиз и другие), представляющие чисто теоретический интерес для химиков и физиков.

Чудодейственные антимикробные свойства летучих фитонцидов горчицы привлекли внимание многих исследователей. Л. В. Митина, встречая большое противодействие своих коллег по профессии, предложила использовать весьма ядовитое аллилгорчичное масло в качестве консерванта для вин. Если на определенных этапах производства вин добавлять к ним один из компонентов фитонцида сарептской горчицы — аллилгорчичное

масло в сочетании с сернистым ангидридом, то убиваются микроорганизмы, вызывающие помутнение вин.

Это исследование не потеряет научного интереса, если виноделы и не воспользуются смелым предложением. Однако уже в 1976 году ее предложение с успехом применено пятнадцатью заводами, и миллионы литров столовых вин получены способом Митиной.

Многое можно рассказать о попытках использовать фитонциды для хранения продуктов. Конечно, успехи биологии, физики и химии могут натолкнуть на совсем иные, гораздо более перспективные приемы хранения продуктов. Ну что же? Скажем тогда спокойно: не сошелся свет клином на фитонцидах! Дайте дорогу новым способам, новым открытиям. Но нам не следует пока торопиться хоронить фитонциды и в связи с задачами пищевой промышленности. Об этом говорят, в частности, научные исследования в консервной промышленности, проведенные А. И. Рогачевой в Москве.

На всех растительных и мясных продуктах, подвергающихся консервированию, в большем или меньшем количестве находятся разнообразные бактерии, дрожжевые и плесневые грибки, от которых обязательно надо освободиться. Надо их убить так, чтобы не были потеряны вкусовые и питательные свойства продуктов. Не просто это сделать, особенно если учесть, что споры некоторых бактерий переносят как очень низкие температуры (до 253 градусов холода), так и очень высокие (до 130 градусов тепла).

Рогачева решила использовать фитонцидные свойства растений при производстве консервов. Она тщательно изучила, сколь богаты фитонцидами растения, применяемые в консервной промышленности: помидоры, морковь, хрен, петрушка, лук, перец, укроп, кориандр, любисток, кресс-салат, фенхель, горчица, чеснок, корица, лавровый лист, сельдерей, кукуруза, свекла и др. Все растения оказались фитонцидными.

Поместим споры очень опасного врага консервов бациллус ботулинус в соки овощей и через некоторое время сравним число оставшихся спор с контролем, то есть со спорами, которые возьмем в таком же количестве, но не будем действовать на них фитонцидами. В соке чеснока могут выжить лишь 3 споры из 200! В соке лука — 3 споры из 100. В соке свеклы могут выжить 13 спор из 100, а в соках ревеня, грибов, помидоров красных, редьки, перца болгарского, помидоров зеленых 25 или 30 спор выживут, а остальные 75 или 70 будут убиты.

Фитонцидные свойства соков сельдерея, моркови и картофеля еще слабее: до половины спор могут оказаться жизнедеятельными после действия на них фитонцидами названных растений, но и этими свойствами не следует пренебрегать, а надо поставить их на службу консервной промышленности.

А не уничтожается ли способность фитонцидов убивать бак-

терии и грибки при нагревании? Фитонциды разных растений ведут себя в этом отношении по-разному. Тканевые соки некоторых из исследованных растений — баклажана, укропа и др.— именно при нагревании становились бактерицидными. Это очень важно, так как при приготовлении консервов продукты подвергаются большому нагреву.

Под влиянием фитонцидов, еще до окончательного обезвреживания консервов способами стерилизации, резко уменьшается количество микробов. Это доказано в отношении таких консервов, как перец фаршированный, баклажаны фаршированные, кабачки в томатном соусе, огурцы консервированные и др. Благодаря изучению фитонцидных свойств удалось уже в производственных условиях изменить, удешевить способы обезвреживания продуктов от микробов[1].

Жизнь, практика предъявляют многочисленные требования к антисептикам, могущим найти применение при хранении продуктов, но далеко не всякий фитонцид может быть использован в этом деле. Фитонциды должны быть совершенно безвредными для клеток и тканей нашего организма, они не должны изменять питательные и вкусовые свойства пищевых продуктов. Вот почему примечательные в научном отношении опыты с лавровишней не представляют практического интереса, так как фитонциды этого растения весьма ядовиты.

Гораздо больший интерес для практики имеют опыты с горчицей. Но даже в случае, если растение употребляется в пищу, необходимы еще немалые исследования химиков, пищевиков, врачей, и в частности специалистов по ядам, прежде чем что-либо спокойно, уверенно рекомендовать пищевой промышленности, повару в столовой, домашней хозяйке.

А нельзя ли растениями стерилизовать растения, нельзя ли использовать фитонциды для хранения плодов и овощей? Прекрасное начало употреблению фитонцидов в практике хранения плодов и овощей положил ряд исследований. Первое из них принадлежит О. Савчук, которая убедилась в возможности длительного хранения некоторых плодов в атмосфере летучих фитонцидов хрена. А. Д. Сухачев доказал, что в течение многих месяцев удается сохранить плоды и ягоды в условиях комнатной температуры, если использовать летучие фитонциды хрена.

В. Ф. Купалов делится результатами своих 8-летних опытов. Он хранил яблоки в обычном погребе, помещая их над клубнями картофеля сорта лорх. По-разному вели себя разные сорта яблок, и не всякий сорт картофеля был пригоден как источник фитонцидов. Антоновка обыкновенная сохранялась только до февраля, анис серый — до июня, а анис мичуринский и скрыжа-

---

[1] Много интересного читатель найдет в книге С. И. Зелепухи «Антимикробные свойства растений, употребляемых в пищу» (Киев, 1973).

пель — до нового урожая. Хранение яблок этим способом начиналось вскоре после их сбора.

Н. В. Новотельнов обнаружил фитонцидные свойства плодов шиповника. Это тем более интересно, что плоды шиповника очень богаты полезными для человека витаминами. Оказалось, что способностью убивать многих бактерий обладают именно витаминные вещества растения. Новотельному посчастливилось выделить вещества с фитонцидными свойствами в виде кристаллов. Если эти кристаллы смешивать с аскорбиновой кислотой, получаемой из тех же плодов шиповника, то образуются летучие вещества с мощными бактерицидными и противогрибковыми свойствами.

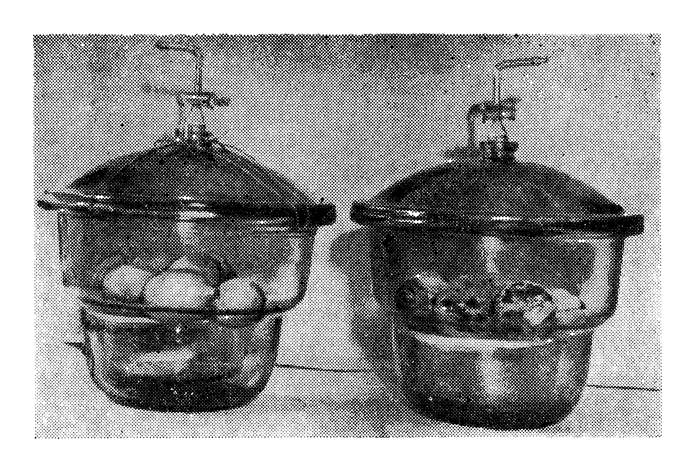


Рис. 67. Опыт Н. В. Новотельнова.

На рис. 67 мы видим фотографию опыта Новотельнова. В одно и то же время в оба сосуда положены начинающие заболевать лимоны. В правом сосуде через 2,5 месяца лимоны окончательно погибли от размножившихся плесневых грибков и бактерий, а в левом сосуде лимоны прекрасно сохранились. Чем это объясняется? На дно левого сосуда Новотельнов положил в чашечку фитонцидные кристаллы, полученные из плодов шиповника, смешанные с аскорбиновой кислотой.

Н. С. Круев использовал водные настои из наружных сухих листьев луковиц лука и завяленную чешую (при очистке во время осенней уборки), а также водные настои кашицы здорового лука. При укладке яблок в тару исследователь распылял фитонцидную луковую жидкость или окунал в нее плоды. Через 2—3 недели запах лука полностью исчезал, аромат плодов восстанавливался или даже улучшался. При обработке фитонцидами порча плодов уменьшается в полтора-два раза!

А. И. Гримм в Ленинграде попытался использовать фитон-

циды при хранении моркови. Он обрабатывал песок (а в некоторых случаях древесные опилки) водными вытяжками из чешуи лука, из редьки, хрена или чеснока. Вытяжки готовились просто: это настой на холодной воде в течение 3 суток. В других опытах к песку прибавляли сухую горчицу. Такими офитонциденными песком или опилками переслаивали морковь. Хранили ее на стеллажах, разделенных на ящики-клетки емкостью по 100 килограммов. Температура колебалась от 0 до 12 градусов Цельсия, а влажность была 86—95 процентов. Результаты опытов представляют несомненный научный интерес. Здоровых корнеплодов моркови, сохранявшихся в песке, к которому было добавлено 6 литров вытяжки из чешуи луковиц лука, было на 27 процентов больше, чем в контроле.

Очень неплохие результаты были получены и при использовании вытяжек из черной редьки и из чеснока. Об опытах с горчицей Гримм пишет так: «Морковь, нечистосортная, с преобладанием сорта геранда, сохранявшаяся в древесных опилках (55 дней), на 4 килограмма которых было добавлено 10 граммов горчичного порошка (т. е. 100 граммов порошка на 100 килограммов моркови), имела хороший товарный вид и дала выход здоровых корнеплодов на 9,6 процента больше, чем контрольный образец».

А. И. Гримм вместе с К. В. Никитиной воспользовались и фитонцидными препаратами, получившими название аналогов псевдоаллицина. В разведении 1:25 000 и даже 1:800 000 они полностью убивают виновников плесневения плодов — грибы пенициллиум, монилию, ботритис, склеротинию ризопус и др.

Гримм и Никитина пропитывали растворами препаратов папиросную бумагу, затем, высушив на воздухе, заворачивали в нее лимоны, апельсины и мандарины. Хранились плоды в обычных хранилищах при температуре от 0 до 4 градусов Цельсия при относительной влажности воздуха 80—85 процентов. Опыты ставились массовые, в каждой партии было не менее 100 килограммов плодов. Многие опыты показали, что среди мандаринов, хранившихся завернутыми в бумагу, пропитанную растворами аналогов псевдоаллицина, заболевших плодов было в 1,5—2 раза меньше по сравнению с мандаринами, ничем не обработанными.

Хранили и яблоки, завернутые в «фитонцидную» бумагу. Не со всеми сортами яблок получилось то, что хотелось экспериментаторам. Так, опыты с сортом ранет симиренко не дали положительного результата, а в опытах с сортами сарытурги, сарысинап и банан было обнаружено небольшое преимущество. Зато яблоки розмарин, пармен зимний золотой, бельфлер желтый и другие гораздо лучше сохранялись в фитонцидной бумаге, чем контрольные. Растворами препаратов аналогов псевдоаллицина обрабатывались и дыни. Опыты также оказались успешными.

Подмечено, что во всех проводимых опытах не изменялся внешний вид плодов и овощей. Хранение плодов и овощей таким способом очень дешево, препараты применяются в слабых разведениях: их требуется не больше 4—7 граммов на тонну плодов.

Хорошо быть энтузиастом, но не следует быть излишним фанатиком. Так и с фитонцидами. Химия и физика делают все новые и новые успехи, изменяющие многие стороны народного хозяйства и быта. Появились сообщения о таких искусственных тканях, которые помимо других преимуществ способны убивать бактерии и грибы. Химики начали приготовлять вещества, предохраняющие продукты от порчи. Если на путях синтетической химии будут достигнуты бо́льшие успехи, чем на путях использования природных фитонцидных соединений, честь и хвала химии! А может быть, и химик-синтетик будет «подражать» каким-либо природным фитонцидам? Это не зазорно для науки.

Успехи химии и физики породили много ценных предложений. Утверждают, например, что если в вощеную бумагу ввести ничтожную дозу сорбиновой кислоты, то завертывание в такую бумагу колбасы, сыра, рыбы и мяса значительно удлиняет сроки их хранения. Сорбиновая кислота подавляет рост бактерий и плесневых грибов. Небольшие количества сорбиновой кислоты используют при консервировании компотов и фруктовых соков.

Известно, что воздействие на фрукты, овощи, на различные пищевые продукты гамма-лучей радиоизотопа кобальт-60 удлиняет срок их хранения. Облученный картофель к тому же не прорастает, клубника не размягчается и т. д. Путем облучения осуществляется и дезинфекция семян, убиение микроорганизмов.

Медицина, ветеринария, пищевая промышленность, сельское хозяйство — эти и другие отрасли человеческой деятельности не могут не заинтересоваться фитонцидами. И везде требуются смелость, дерзание, полет творческой фантазии и в то же время трезвые раздумья, осторожная, придирчивая оценка фактов.

Фитонциды водных и прибрежных растений. Исследования Ф. А. Гуревича и В. П. Тульчинской

Мы убедились, что фитонциды играют большую роль в жизни самого растения, которое их производит, в жизни сообществ растений; не безразличны они и для животных в естественных условиях лесов, лугов, полей, в любом уголке природы.

Однако почти все, с чем знакомился читатель этой книги, основывалось на изучении фитонцидов наземных растений. А что делается в реках, озерах, морях, океанах? Нельзя ли «мобилизовать» фитонциды водных и прибрежных растений на службу человеку, его здоровью? Остановимся на этих важных вопросах специально. Беды не будет, если мы и повторим кое-что из сказанного ранее.

Пионер исследований фитонцидов водных и прибрежных растений — Ф. А. Гуревич, влюбившийся в проблему в юношеские годы и с энтузиазмом изучающий фитонциды до сегодняшнего дня, в течение более тридцати лет. Мне доставляет удовольствие рассказать о его исследованиях. Он мой ученик, сформировался как ученый, стал кандидатом биологических наук в лаборатории, за деятельность которой отвечал я. А потом был всегда дружески связан со мною и в своих новых научных поисках. Ныне он доктор наук, профессор биологии Красноярского медицинского института.

До начала исследований Гуревича, то есть до сороковых годов, о фитонцидах водных и прибрежных растений ничего не было известно, если не считать фактов о ядовитости тех или иных растений. Он изучил влияние фитонцидов многих водных растений на бактерии, простейших, кишечнополостных (к которым, кстати сказать, принадлежит и знакомая уже нам гидра), на червей, моллюсков, насекомых, клещей, рыб, амфибий, рептилий, птиц и млекопитающих.

В широком масштабе в течение двух десятилетий превосходные исследования фитонцидов растений Черного моря провели известный украинский ученый член-корреспондент Украинской Академии наук профессор В. П. Тульчинская и ее соработники

и ученики. Ярко рассказала она о своих исследованиях во многих статьях и в книге «Растения против микробов». В поисках биологически активных веществ изучено большое количество водорослей, высших растений — обитателей Черного моря. «Между бактериями и водорослями,— пишут Тульчинская и Юргелайтис,— существует борьба, антагонизм: много водорослей — мало бактерий, мало водорослей — много бактерий. Водоросли своими фитонцидами способствуют очищению воды от вредной микрофлоры, в том числе и микробов, занесенных в море с суши реками, поступающих сюда вместе с промышленными и бытовыми стоками или перенесенных по воздуху с суши...»[1]

Многие из черноморских водорослей продуцируют антимикробные вещества. Наиболее активные антимикробные свойства обнаружены у водорослей хондрия, цистозира, харовых и хентоморфа. Открываются огромные перспективы для медицины и иных областей науки и практики. Очень кстати вспоминает Тульчинская справедливое предвидение известного французского ученого Ж.-И. Кусто о том, что наступает «эра морской фармакологии».

Сообщим по возможности словами Ф. Г. Гуревича о некоторых результатах его исследований, изложенных в его докторской диссертации «Фитонциды водных и прибрежных растений, их роль в биоценозах» 1973 года.

Вопросы о фитонцидах водных растений представляют, как уже сказано, биологический интерес и затрагивают многие области практики, так как с ними связано выяснение причин массовых отравлений или гибели обитателей водоемов — рыбы, водоплавающей птицы, а также сельскохозяйственных животных. Не меньшую актуальность приобретают вопросы, связанные с выяснением роли фитонцидов как одного из факторов биологической самоочистки водоемов.

Протистоцидные свойства водных и прибрежных растений Гуревич исследовал на растениях, обитающих в водоемах Ленинграда и его окрестностей, а также Красноярска и ближайших к нему районов. Были изучены фитонцидные свойства 50 видов растений по их действию на инфузории — туфельку, глаукому, стилонихию. У всех растений, за исключением ностока, удалось выявить протистоцидные свойства тканевых соков.

У 36 видов растений обнаружены летучие фракции фитонцидов, мощность которых оказалась различной. Так, летучие фитонциды трифоли трехлистной, череды трехраздельной, касатика аировидного вызывали гибель инфузорий при 10—60-минутной экспозиции, а летучие вещества водорослей, манника, элодеи и других растений — лишь в течение многих часов. Раз-

---

[1] Тульчинская В. П., Юргелайтис И. Г. Растения против микробов. Киев, 1975, с. 67.

лична протистоцидная сила и нелетучих фитовыделений. Например, нелетучие фракции горца земноводного и лугового чая убивали глауком в течение первых секунд или минут, а хвоща болотного — через 28—90 минут.

Фитонцидная активность тесным образом связана со стадией развития растений, их физиологическим состоянием, местом произрастания, сезонными, водными, климатическими и другими условиями. Так, летучие фитонциды горца земноводного в середине июня убивали туфелек при 2-часовой экспозиции, в августе — через 25—30 минут, в октябре же парамеции погибали в течение 0,5—8-часового воздействия. Аналогичные явления были обнаружены в опытах с кубышкой желтой, аиром, манником.

Оказалось, что различные части растения могут содержать разное количество фитонцидов, отличающихся и качественно. Растертое корневище аира выделяет летучие вещества более энергичного фитонцидного действия, чем растертые стебель и лист. У манника большого, наоборот, наземные части в фитонцидном отношении активнее, чем подземные. Опыты показали далее, что содержание фитонцидов в маннике, произрастающем в разных водоемах, сильно колеблется. Более того, разные экземпляры, взятые из одного и того же водоема, обнаруживают разные фитонцидные свойства, вероятно, в связи с разным их физиологическим состоянием.

Вместе с тем одни и те же виды растений (хвощ болотный, кувшинка белая, кубышка желтая, стрелолист обыкновенный, белокрыльник болотный, череда трехраздельная, ситник лягушачий, горец земноводный) сохраняют характерные для них фитонцидные свойства независимо от географической области их произрастания.

Близкие виды растений, принадлежащие к одному роду, в большинстве случаев характеризуются сходными фитонцидными свойствами. Примером могут служить манник большой, манник литовский и манник трехцветковый.

Мы уже познакомились с интереснейшим явлением — хемотаксисом. Свойство фитонцидов вызывать отрицательный хемотаксис у подвижных форм микроогранизмов, вероятно, один из способов защиты растений. Гуревич поставил много опытов в этом направлении. Как показали исследования, фитонциды ряда водных, прибрежных, а также наземных растений могут отпугивать от себя глаукому, стилонихию, вортицеллу, нематод, живущих в воде, изменять характер и направление их движения, парализовать работу локомоторного аппарата. В большинстве случаев хемотаксис простейших ярче выражен к фитонцидам наземных, чем водных и прибрежных растений, особенно к тем, чьи фитонциды обладают сильными протистоцидными свойствами.

Реакция простейших на действие фитонцидов может меняться в зависимости от особенностей их в разных органах одного и того же растения. Так, например, при сравнении действия фитонцидов листа и корневища аира более выраженные хемотаксические явления можно наблюдать в опытах с кусочками корневища. Летучие выделения последнего в 2—3 раза токсичнее выделений листа. Лепестки цветка желтой кубышки вызывают отрицательный хемотаксис у инфузорий глауком, а при испытании пыльника этого же растения никакого эффекта не обнаруживается.

Оказалось, что использование в опытах одного и того же растения в разные периоды его вегетации может дать различные результаты. Ранней весной молодой лист черемухи не всегда вызывает хемотаксис, а в середине лета эта реакция отчетливо выявляется. К осени в опытах с пожелтевшими листьями черемухи опять не удается обнаружить четких результатов.

Быстрее всего отрицательный хемотаксис возникает у туфелек и стилонихий, затем у коловраток и, наконец, ряда сувоек и круглых червей. У дафний, находящихся в той же капле, нельзя выявить каких-либо признаков отрицательного хемотаксиса. Даже незначительные тканевые повреждения способствуют выделению фитонцидов, которые отпугивают простейших, бактерии и другие подвижные организмы и тем самым препятствуют их проникновению в ткани растений.

О влиянии фитонцидов водных и прибрежных растений на яйца моллюсков и амфибий мы уже говорили. Сообщим здесь более подробно об интересных исследованиях Гуревича.

Каковы химические взаимоотношения между растениями и животными в водоемах? Было обнаружено, что моллюски планорбис корнеус (роговой катушки) в естественных водоемах не откладывают яйца хаотически, а проявляют специфическую избирательную способность помещать их на различных частях определенных видов растений. Так, например, на ностоке или спирогире кладки не удалось найти вообще; очень редко они встречались на харовых или манниках. Но зато на аире, ежеголовнике, стрелолисте обыкновенном, кубышке желтой, кувшинке белой, горце земноводном всегда обнаруживалось обильное число яйцекладок, до 15—20 и более. Лишь при отсутствии в водоеме «любимых» растений моллюски помещают яйца на тех растениях, на которых, как правило, кладки встречаются редко.

Химические вещества, выделяемые различными растениями, диффундируя в воде, вероятно, оказывают разное влияние на развивающихся зародышей. Одни вещества стимулируют их развитие, другие могут тормозить, а третьи оказываются совершенно нейтральными. Так, например, аир ускоряет, а манник

большой тормозит или даже убивает зародышей моллюсков. Это подтверждают следующие опыты.

Каждая из 38 яйцекладок планорбис корнеус на ранних стадиях (около 2500—3000 зародышей) разрезалась на две равные части. Половина из них помещалась в стеклянные чашки с прудовой водой в количестве 75 миллилитров, где находились один или два экземпляра аира, а другая — в прудовую воду без растения. Через 15—20 часов с момента постановки опыта было отчетливо видно, что зародыши быстрее развиваются там, где имеются испытуемые растения. Спустя 40 часов контрольные эмбрионы продвинулись только до стадии формирования ноги, подопытные уже имели вид вполне сформированных личинок.

Не исключена возможность, что стимулирующее действие фитонцидов аира на развитие зародышей моллюсков определяется не прямым, а косвенным путем. Оказывая отрицательное влияние на некоторые бактерии, простейшие и другие микроорганизмы, фитонциды аира могут создавать лучшие условия для аэрации среды и ее очистки от токсических веществ, выделяемых гидробионтами. Гуревичу удалось показать, что летучие фитонциды аира обладают протистоцидным действием.

Поскольку на маннике большом почти не удавалось находить яйцекладки моллюска планорбис корнеус, Гуревич стал выяснять, не связан ли такой факт с фитонцидными свойствами испытуемого растения.

Для этого было взято 20 яйцекладок планорбис на ранней стадии развития. В каждой яйцекладке было 60—90 зародышей. Половина яйцекладки помещалась в пробирку с водой и манником (без корневища и корня), в другую помещалась вторая половина той же кладки, но без растения. Просмотр зародышей через трое суток показал, что у 8 опытных яйцекладок развитие моллюсков шло значительно медленнее, чем у контрольных. Контрольные зародыши находились на стадии полного формирования глаз, у опытных же глаз еще не было видно. У зародышей 5 кладок наблюдалось незначительное отставание в развитии от контрольных, а у остальных 7 кладок различий отметить не удалось.

И в другой подобной серии опытов на 20 яйцекладках были получены сходные результаты. Следовательно, манник продуцирует в воду какие-то вещества, могущие тормозить развитие зародышей моллюсков. В случае сильного измельчения растения, а значит большей временной продукции фитонцидов, во всех опытах наблюдались более демонстративные результаты. Зародыши моллюсков на ранних стадиях развития, помещенные в чашки с водопроводной водой и свежей кашицей манника в количестве 2—3 грамма, погибли все на вторые сутки почти на тех же самых стадиях, на которых были взяты до опыта. Происходил и видимый распад тела. Контрольные зародыши

развивались нормально. Далее оказалось, что эмбрионы моллюсков во всех случаях погибают и от летучих выделений манника при 1—2-часовой экспозиции.

В опытах испытывалось также влияние фитонцидов синезеленой водоросли на развитие яиц амфибий. Для этого икра лягушки, находящаяся на самой ранней стадии развития, помещалась в чашки с прудовой водой и осцилляторией (в количестве 2—3 грамма). В контрольные чашки помещались зародыши той же кладки, но без водоросли. В опыте было использовано более 6000 зародышей. Наблюдая за ходом развития, удалось установить, что присутствие осциллятории оказывает тормозящее действие на развитие яиц лягушки. Это может быть связано с выделением каких-то химических веществ. На 5-й день в контрольных чашках при температуре 20—24 градуса Цельсия, как правило, вылуплялись почти все зародыши; в это же время подопытные эмбрионы той же яйцекладки находились на стадии, далеко еще не предшествующей вылуплению зародыша из яйца. Гибель подопытных зародышей наступала на 9-й день: при перенесении их в чистую прудовую воду они не развивались и постепенно начинали распадаться. В отдельных случаях опытные зародыши достигали стадии, когда имеются наружные жабры, но затем погибали, в то время как контрольные развивались вполне нормально.

Не все изучавшиеся в этом направлении животные оказались столь чувствительными к условиям среды, в которой находится осциллятория. Так, например, не удается отметить какой-либо существенной разницы в развитии между опытными и контрольными зародышами круглых червей; не обнаружено и токсическое действие на туфельки, стилонихии, сувойки в той среде с осцилляторией, в которой яйца лягушки, как правило, развивались медленно и нередко погибали.

Уже эти явления свидетельствуют о том, что химические вещества, выделяемые некоторыми растениями, по всей вероятности, играют немаловажную роль в жизни водоемов.

А как ведут себя взрослые моллюски в атмосфере летучих фитовыделений и в водной среде, содержащей измельченные растительные ткани? Это изучено на моллюске физы красной. Источником фитонцидов служили водные, прибрежные и наземные растения: элодея, валлиснерия, ризоклениум, трифоль трехлистная, манник большой, манник трехцветковый, манник литовский, горец земноводный. Всего под наблюдением находилось 940 животных.

Оказалось, что резистентность моллюсков к летучим фитонцидам разных растений различна. Особенно демонстративное угнетение моллюска физы красной наблюдается в атмосфере летучих фитонцидов манника большого, манника трехцветкового и манника литовского. Животные теряют активность, втягивают тело в раковину, постепенно перестают отвечать на разд-

ражения, а через 10—30 часов погибают. Не только манник свежий, но и высушенный (в опытах предварительно смачивался водой) может вызывать подобные явления. Несколько меньшей токсичностью обладают летучие фитонциды горца земноводного, трифоли трехлистной.

Целые, неповрежденные растения, такие, как элодея, ряска трехдольная, горец земноводный, рдест плавающий, валлиснерия, стрелолист обыкновенный, частуха подорожниковая, кувшинка белая, кубышка желтая, не оказывают на взрослых моллюсков какого-либо отрицательного действия. Видимо, поэтому моллюски охотно избирают их для откладки яиц и избегают те растения, выделения которых губительно влияют как на взрослые формы, так и на их зародыши.

При помещении 1—3 граммов кашицы из манника в стаканы со 100 миллилитрами отстоянной водопроводной воды моллюски физы погибают в течение 1—3 суток, от элодеи — через 2—7 суток, ризоклениума — через 7 суток, валлиснерии — через 15 суток. Вероятно, эволюционно у животных выработались приспособления, дающие возможность избегать те растения, фитонциды которых имеют вредоносное действие.

Взаимное влияние разных видов растений изучалось на осциллятории, ризоклениуме, хлорелле, элодее, частухе, маннике трехцветковом в следующих вариантах: действие ризоклениума на хлореллу; влияние осциллятории и хлореллы друг на друга; взаимоотношение осциллятории, ризоклениума и хлореллы при длительном совместном их культивировании; влияние осциллятории на элодею и другие высшие растения.

В первом варианте исследований было поставлено 75 опытов. Они показали, что при совместном культивировании водорослей ризоклениум отрицательно действует на рост и развитие хлореллы. В культуре значительно уменьшается число клеток хлореллы. В то же время в контрольных стаканах, где отсутствовал ризоклениум, хлорелла размножалась более интенсивно.

Для того чтобы выяснить, не ошибочно ли предположение о значении во взаимоотношениях растений химических факторов, не объясняются ли результаты наблюдений конкуренцией между водорослями за нужные для их жизни элементы (азот и другие), были поставлены специальные контрольные опыты. Эти опыты убедили в том, что дело не в конкуренции, а именно в химических влияниях.

Многолетние наблюдения позволили Гуревичу заключить, что выделения ризоклениума, по всей вероятности, принимают участие в биологической самоочистке воды.

Во второй серии опытов изучалось влияние друг на друга осциллятории и хлореллы. В контрольные стаканы помещали только хлореллу (750 клеток в одном миллилитре). В опытах кроме хлореллы находилась осциллятория в количестве 0,05; 0,1; 0,15; 0,2 грамма. Выяснилось, что указанные водоросли ужива-

ются друг с другом до наступления интенсивного размножения осциллятории. В момент «бурного цветения» последней, когда в культуре образуется осадок, зеленая водоросль плохо размножается, и в течение 2—6 недель в опытных стаканах вместо исходных 750 остается 19—85 ее клеток.

В дальнейшем были проведены наблюдения за характером взаимоотношений трех видов водорослей, находящихся длительное время в одной и той же среде, а также за изменениями их клеток. Было поставлено 120 опытов по такой же методике с той лишь разницей, что в стаканы с хлореллой одновременно добавлялись в равных количествах (0,25 грамма) синезеленые и зеленые водоросли. В первые 2—3 недели наблюдалось заметное уменьшение количества клеток хлореллы. В опытных стаканах вместо 750 их насчитывалось 50—12, в контроле — 240—109. Что касается ризоклениума и осциллятории, то за этот промежуток времени не наблюдалось какого-либо угнетающего действия их друг на друга. Спустя 1—1,5 месяца осциллятория начала обрастать ризоклениум и примерно через 2—3 месяца своими нитями со всех сторон покрывала его. По всей вероятности, осциллятория выделяет какие-то химические вещества, вызывающие в клетках зеленой водоросли глубокие изменения, нередко приводящие к полному их разрушению.

Культуральная жидкость, в которой находилась осциллятория до начальных периодов цветения, а также в первые его моменты, не была токсичной для зеленой водоросли и не вызывала в ней видимых изменений. Только после интенсивного цветения осциллятории и образования ею осадка в культуральной среде испытуемый фильтрат становился активным в отношении ризоклениума и вызывал в клетках водоросли глубокие изменения с развитием процессов, приводящих их к смерти. Об этом свидетельствовали выраженные их разрушения. Сходная картина разрушения клеток наблюдалась и у высших растений, в частности при совместном содержании осциллятории с элодеей.

Проведенные эксперименты свидетельствуют о том, что фитонциды играют существенную роль во взаимоотношениях растений в биоценозах водоемов.

Как в природных условиях, так и в экспериментах обнаружено несколько особенно интересных в фитонцидном отношении растений, среди которых следует отметить манник большой, манник трехцветковый и манник литовский. Их фитонциды оказывают сильное влияние на динамику численности и видовой состав обитателей водоемов. На них раскрываются новые данные о причинах массовых отравлений и гибели животных в местах произрастания этих растений. Кроме того, полнее раскрывается биологическая роль фитовыделений в биоценозах водоемов.

Много исследований было проведено с манником большим и манником трехцветковым, фитонциды которых оказались

весьма активными в отношении ряда видов животных и некоторых растений.

Разнообразные организмы, используемые в опытах, реагировали на выделения манника. Большую чувствительность проявили к его летучим фитонцидам гидры, черви, ракообразные, паукообразные, насекомые, птицы и млекопитающие. Многие животные погибали от летучих выделений манника в течение нескольких минут и даже секунд. Устойчивее оказались рыбы, амфибии, рептилии, но и в опытах с ними обнаружилась тяжелая картина отравления со смертельным исходом. Не случайно водоемы, где произрастают манник большой и манник трехцветковый, бедны гидрами, дафниями, циклопами, симоцефалами, личинками и куколками комаров. Результаты исследований позволяют объяснить это явление фитонцидным действием манника.

У позвоночных животных летучие выделения манника трехцветкового вызывают глубокие изменения жизнедеятельности: нарушается движение, происходит кислородное голодание тканей и органов. Животные, находясь в камере с очень небольшими концентрациями фитонцида, проявляют признаки отравления: учащается дыхание, появляется одышка, наступают конвульсии, нарушаются движения, животные лежат на боку. У крыс, находящихся в таком состоянии, снижается поглощение кислорода.

Однократное воздействие фитонцидами не вызывает существенных изменений в крови млекопитающих. Однако при хроническом отравлении теми же фитонцидами у крыс появляются существенные изменения. Летучие выделения манника могут приводить к нарушению течения беременности у крыс и мышей и снижать жизнеспособность значительной части их потомства. Хроническое отравление беременных самок млекопитающих вызывает высокую их гибель.

В опытах, выполненных в лаборатории Гуревича, из 31 беременной самки, подвергшейся ежедневному опариванию фитонцидами манника в течение 7—9 дней, 23 мыши погибли, в то время как контрольные оставались живыми. Самцы при таких же условиях воздействия фитонцидами не погибали, однако их способность к осеменению заметно снижалась. С помощью специальных методов удалось выявить в тканях крыс глубокие нарушения под влиянием фитонцидов манника в мозгу, почках, легких, сердце, печени и других органах.

Можно полагать, что многие случаи массовых отравлений различных сельскохозяйственных животных возникают в основном за счет летучих фракций фитонцидов. Не исключена возможность отравления животных и от поедания ими манника в сухом или свежем виде. Обнаружено, что один из компонентов летучих фитонцидов манника — синильная кислота. Помимо нее действующим началом фитонцидов манника являются и другие химические соединения.

Как видим, чрезвычайно разнообразна роль фитонцидов водных и прибрежных растений в природе и их действие на различные организмы.

Выделения растений в сообществах создают в водоемах характерную для них химическую среду, определяя во многом благоприятные или неблагоприятные условия для жизни тех или иных организмов и влияя на формирование видового и численного состава обитателей водоемов.

Обладая бактерицидными, фунгицидными и протистоцидными свойствами, фитонциды, по-видимому, играют существенную роль в биологической очистке воды.

Поэтому всестороннее изучение фитонцидов приобретает особенно важное значение в условиях интенсивного технического прогресса и в связи с постановлением «О мерах по дальнейшему улучшению охраны природы и рациональному использованию природных ресурсов». Представляется важным дальнейшее развитие исследований в этом направлении, потому что оно показало существование помимо известных уже науке факторов особых связей организмов в биоценозе, обусловленных фитонцидными влияниями.

...Как ни грустно, наступает пора итогов, пусть не самых последних, но все же...

В. К. Кетлинская

Так что же такое фитонциды?

Подведем итоги. Что надо считать самым важным в биологическом учении о фитонцидах?

Термин «фитонциды», несмотря на его несовершенство, прочно вошел в обиход жизни научных лабораторий, стал известным огромному числу людей и почти столь же популярным в нашей стране, как слово «витамин».

Некоторые исследователи излишне расширяют понятие «фитонциды», распространяя его и на явления, не относящиеся к ним; другие, наоборот, чрезмерно сужают содержание термина, называя фитонцидами лишь летучие их фракции, отъединяя от фитонцидов явления, вполне объяснимые в свете учения о фитонцидах, например так называемые «фитоалексины», о чем будет сказано в дальнейшем.

Фитонцидами были названы продуцируемые растениями бактерицидные, фунгицидные и протистоцидные вещества, служащие одним из факторов их иммунитета и играющие роль во взаимоотношениях организмов в биоценозах. Суть основного открытия, оказавшегося исходным в создании биологического учения о фитонцидах, состояла в том, что высшие растения при их ранении продуцируют летучие антимикробные вещества. Вскоре было доказано, что и так называемые тканевые соки растений обладают фитонцидными свойствами. Вопреки первоначальным моим представлениям уже с 1940-х, а в особенности с 50-х годов стало очевидным, что и нераненые растения в обычных природных условиях выделяют фитонциды во внешнюю среду — в атмосферу, почву, воду. Огромные количества летучих фитонцидов выделяются в атмосферу лиственными и особенно хвойными деревьями: несколько килограммов за сутки одним гектаром леса.

Уже в первые годы исследований стало ясно, что явление фитонцидов свойственно не какой-либо группе растений, а всему растительному миру — от бактерий до цветковых растений. Создание биологического учения о фитонцидах как будто оказало влияние на исследования ботаников и медиков в других странах, где, однако, предпочитают пользоваться термином «антибиотики высших растений».

Продуцирование низшими и высшими растениями фитонцидов — не случайная «игра природы»

Уже вскоре после открытия фитонцидов основное мое внимание привлекли биологические вопросы. Проблема фитонцидов стала разрабатываться в нашей стране в эколого-эволюционном аспекте как проблема взаимоотношений организмов в природе. Интересы сосредоточивались на вопросах: как и почему в ходе эволюции растительного мира возникла способность продуцировать фитонциды? Свойственна ли продукция фитонцидов всему растительному миру? Какое значение имеют фитонциды в иммунитете растений? Какую роль играют они в жизни биогеоценозов? Эти вопросы были поставлены, в частности, в моей книге «Бактерициды растительного происхождения (фитонциды)», изданной в Москве в 1942 году.

На первом Всесоюзном совещании по фитонцидам (Ленинград, 1954) я сделал доклад «Явление фитонцидов как эколого-эволюционная проблема». Победное шествие эмпирически найденных прекрасных пенициллиноподобных препаратов настолько ослепило умы даже талантливых ученых, что «антибиотики» низших растений рассматривались авторами открытия как «игра природы», как случайные подарки растительного мира, не имеющие отношения к жизни их продуцентов. Такова, например, точка зрения выдающегося микробиолога Ваксмана — автора препарата стрептомицина. Эта абсолютно неверная точка зрения обусловила чисто эмпирические поиски новых «антибиотиков»: авось данный гриб или бактерия окажутся хорошими продуцентами «антибиотических веществ». Я же утверждал, что продукция низшими грибами, актиномицетами и бактериями «антибиотиков» есть частный случай обнаруженного советской наукой явления фитонцидов. Фитонциды всех растений, включая и бактерии, и низшие грибы, обладают «антибиотическими» свойствами. Антибиотики — это препараты из фитонцидов низших или высших растений, препараты из фитонцидов бактерий, фитонцидов грибов, фитонцидов эвкалиптового дерева и т. д.

Некоторые ученые, например А. А. Заварзин, считали, что заслуга открытия «антибиотиков» принадлежит биологам, обнаружившим явление фитонцидов у высших растений. С биологической точки зрения это, конечно, правильно; однако чудесные, грандиозные события, последовавшие в медицине в связи с использованием новых, неожиданных антисептиков, затмили биологическое открытие явления фитонцидов в растительном мире, и небиологам казалось святотатством даже сравнивать обнаруженное Флеммингом антибактериальное влияние пенициллиум нотатум с открытием фитонцидов.

Любой фитонцид обладает антибиотическими свойствами, но, конечно, не любой «антибиотик» идентичен фитонциду

данного растения, ибо в некоторых случаях химик и медик извлекают из растения не полный комплекс химических веществ, который является фитонцидом высшего или низшего растения, а отдельные компоненты фитонцидов. Вероятно, даже наиболее изученный препарат из фитонцидов низших растений — пенициллин, над которым работала армия талантливых химиков, не идентичен полностью фитонцидам пенициллиум нотатум, являющимся основным фактором естественного иммунитета плесневого гриба.

Не из честолюбия, а в связи с борьбой биологов против чисто эмпирических подходов в поисках новых «антибиотиков» и против излишнего усердия многих врачей в подаче новых антисептиков в организм человека следует вспомнить, что мне не раз приходилось в печати приглашать медиков предвидеть биологические процессы, могущие наступить в результате самого большого эксперимента, который медицина провела над людьми и бактериями за всю историю человечества: в организмы миллионов (и даже, вероятно, миллиарда) людей ввели новые биологически активные вещества. С биологических позиций исследователям фитонцидов было очевидно уже с самого начала «пенициллиновой эпохи», что природа может резко мстить.

Действительно, произошел и происходит стихийный отбор (в дарвинском значении этого слова) наиболее резистентных форм, именуемый теперь нередко ненаучно как «привыкание» микробов к «антибиотикам». Медицина, спасая миллионы людей новыми препаратами, создала одновременно и базу для эволюции инфекционных заболеваний. Биологией было предусмотрено не только появление новых резистентных форм микроорганизмов, но и доказывалось, что введение в кишечный тракт мощных, избирательно действующих антибиотиков нарушит эволюционно сложившиеся биоценозы кишечного тракта, равновесие в антагонизме микробов, на почве чего могут возникнуть новые болезни. И это предположение, к сожалению, оправдалось: микозы все более беспокоят медицину.

Самым важным биологическим вопросом в учении о фитонцидах является, несомненно, вопрос о том, случайна ли продукция растениями фитонцидов. В настоящее время нельзя, конечно, сомневаться в том, что фитонциды являются важнейшим фактором естественного иммунитета любого высшего и низшего растения.

В отношении высших растений достаточно напомнить многочисленные доказательства роли фитонцидов в иммунитете, полученные в экспериментах школы Д. Д. Вердеревского. Именно это биологическое обстоятельство — растение защищает себя своими фитонцидами — обусловливает важную роль фитонцидов в природе, дает возможность объяснить, почему антибиотические препараты, полученные из фитонцидов, оказались ценнейшим подарком для медицины, почему те или иные растения

(низшие и высшие) не нейтральны друг к другу и т. д. Биологический подход дал возможность объяснить явление антагонизма микроорганизмов.

С биологической точки зрения лечение антибиотиками человека — это добавка к иммунологическим возможностям человеческого организма свойств растений, обусловливающих их иммунитет. Целый ряд и других явлений оказалось возможным объяснить исходя из основного факта: фитонциды — не случайное явление, а эволюционно выработавшееся свойство растений.

Фитопатологи и иммунологи в разных странах интересуются ролью фитонцидов в жизни растения. К сожалению, некоторые исследователи создают термины без учета истории проблемы фитонцидов. Так, большое распространение получил термин «фитоалексины». Однако нет абсолютно никаких оснований рассматривать явление «фитоалексинов» как что-то принципиально отличное от фитонцидов.

Хорошо известно, что с самого начала создания теории фитонцидов она опиралась на факты образования фитонцидов в ответ на повреждение тканей, вызванное ранением, инфекцией и т. д. Особенно много фактов, убеждающих в неправильности «эмансипации» от теории фитонцидов некоторых исследователей фитоалексинов, имеется в лаборатории Д. Д. Вердеревского (Кишинев), которому принадлежит инициатива доказать неаргументированность использования термина «фитоалексины» для обозначения якобы каких-то новых веществ, не предусмотренных теорией фитонцидов. Вердеревский указывает, что исследователи фитоалексинов обнаружили факты, заставляющие изменить первоначальное представление о «фитоалексинах»: «...выяснилось, что фитоалексины обладают широким спектром угнетающего влияния на развитие самых разнообразных как сапрофитных, так и патогенных микробов... количественное увеличение содержания в растительных тканях фитоалексинов может стимулироваться действием разнообразных раздражителей»[1].

Предстоит разрешить многие неясные вопросы химии фитонцидов, образования и превращения целебных веществ растений. При этом, вероятно, мы окажемся перед фактом большого разнообразия биохимических процессов в зависимости от сложившихся в сопряженной эволюции соотношений хозяина и паразита.

Радует, что в настоящее время сложная проблема фитоиммунитета привлекает внимание исследователей, представляющих очень разные направления научной мысли. Это и понятно, так как фитонциды являются важнейшим, но не единственным фактором иммунитета растений, а с другой стороны, и фитонциды

[1] См. доклад Д. Д. Вердеревского на VI совещании по фитонцидам «Фитонциды и фитоалексины», опубликованный в книге «Фитонциды. Результаты, перспективы и задачи исследований» (Киев, 1972, с. 36).

вряд ли имеют лишь одно иммунологическое значение. В растительных и животных организмах вообще нет ни одной структуры и функции, которые имели бы одно-единственное значение.

Я утверждал на совещании по фитонцидам в 1956 году, что иммунологические свойства не являются чем-то обособленным от процессов жизнедеятельности организма (обмена веществ, явления самообновления тканей и т. д.). Возникновение и смена иммунологических свойств в ходе развития животных и растений не могут быть явлениями, обособленными от процессов формообразования и развития, от разных физиологических состояний. Фитонциды, являясь важнейшими факторами иммунитета, могут играть и иную, разностороннюю роль в жизни растений.

Иммунитет бактерий

Медицина переживает кризис в использовании антибиотических препаратов, получаемых от фитонцидов бактерий, низших грибов и актиномицетов. Это ставит перед медициной и биологией не меньшие задачи, чем в конце тридцатых годов, когда счастье — метерлинковская «синяя птица» — улетело, оставив не так много сульфаниламидных препаратов, законный восторг от которых был не менее силен, чем в начале пенициллиновой эпохи от «антибиотиков», когда казалось, что теперь наконец-то медицина может быть спокойной.

Требуется напомнить давно провозглашенные задачи. В книге «Иммунитет эмбрионов», изданной в Ленинграде в 1955 году, я привел аргументы за создание раздела иммунологии «иммунитет бактерий и низших грибов», считая разработку соответствующих вопросов не менее важной, чем вопросов иммунитета человека, животных и высших растений, точнее, считая, что без разработки специфических вопросов иммунитета микроорганизмов нельзя полноценно изучать явления иммунитета человека, животных и высших растений.

История научных событий в последние десятилетия в биологии и медицине, эволюция патогенных микроорганизмов, отбор резистентных форм, кризис в использовании «антибиотиков» убеждают в том, что современная иммунология — это, грубо говоря, «половино-иммунология», так как она нередко крайне односторонне рассматривает взаимоотношения организмов, считая патогенный микроорганизм злодеем, не изучая хозяина как злодея в отношении микроорганизма, не изучая иммунологические свойства патогенных бактерий, низших грибов, протозоа. У каждого паразита в сопряженной с хозяином эволюции выработались защитные аппараты против иммунологических свойств его хозяина. Каким образом туберкулезная палочка сопротивляется таким мощным целебным силам человеческого организма, как фагоцитарные и воспалительные реакции, антигенная реак-

тивность, антибиотические свойства тканей? В жизни туберкулезной палочки много опасных, смертельных экологических факторов, с которыми она нередко справляется, но чаще в неравной борьбе со злодеем-организмом погибает.

Какую бы патогенную в отношении нашего организма форму мы ни взяли, оказываются недостаточно разработанными вопросы ее иммунитета. Каким образом, например, пневмококк — виновник воспалительного процесса в легких — преодолевает защитные силы тканей легких и почему он гибнет позже, когда больной выздоравливает? Думают, что важнейшую роль играют вещества капсулы, окружающей пневмококк. Она состоит из полисахарида, который не разрушается ферментами нашего тела. Предполагают, что при поступлении в кровь в процессе размножения пневмококка большого количества этого полисахарида все антитела расходуются на нейтрализацию антигена.

Как ни спорны подобные гипотезы, они и огромное число других фактов и мнений в микробиологии, патологии и иммунохимии уже составляют базу для создания ветви иммунологии — иммунитет микроорганизмов. Еще И. И. Мечников интересовался иммунитетом бактериальных клеток. Он, например, обратил внимание на то, что коккобацилла куриной холеры убивается сулемой уже в дозе 1:25 000, а фридлендеровская пневмобацилла естественно иммунна к этой дозе. Мечников думал не только о естественном, но и о приобретенном иммунитете бактерий и низших грибов. В его лаборатории в результате многих пересевов тифозных бактерий из одной среды в другую они приобрели свойства противостоять влаге глаза кролика, которая быстро убивает эти бактерии, если они не приобрели к ней иммунитета.

Известен ряд иммунологических свойств микроорганизмов: выделение некоторыми из них веществ, препятствующих фагоцитозу, особое строение мембран, отрицательный хемотаксис в отношении лейкоцитов и т. д.

Многие иммунологические свойства микроорганизмов мы, вероятно, еще совершенно не знаем. Несомненно, однако, что одним из важнейших факторов естественного иммунитета любой бактериальной или грибковой клетки является продукция ими фитонцидов. Антагонизм в мире микроорганизмов и причины целительного действия на наш организм антибиотических препаратов могут быть объяснены лишь на основе биологических представлений о фитонцидах.

Конечно, неясных вопросов больше, чем выясненных. Некоторые явления не поддаются пока объяснению в свете учения о фитонцидах. Так, обнаружены белковой природы вещества, названные «бактериоцинами». Эти вещества, продуцируемые многими микроорганизмами, обладают фитонцидными (антибиотическими) свойствами. Они играют роль в жизни биоценозов микроорганизмов. Можно ли, однако, считать продукцию

этих фитонцидов защитным свойством их продуцентов, если выяснилось, что продуцирование «бактериоцинов» — процесс, летальный для бактерий — продуцентов их?

Фитонциды и вирусы

Нисколько не умаляя ценности энергичных поисков антивирусных фитонцидных препаратов (получаемых из низших и высших растений), следует, однако, считаться с большим своеобразием жизненных единиц, именуемых вирусами. Это не клетки, их, строго говоря, нельзя называть паразитами, если такое название применять к существам, находящим в других организмах место обитания и пищу. У них отсутствует обмен веществ (нет ни диссимиляции, ни ассимиляции). Строго говоря, они не размножаются, ибо их репродукция — это молекулярно-биологические процессы, не имеющие никакого отношения к бесполому или половому размножению.

Возникает мысль: надо ли в научно-исследовательских поисках и в практике медицины, фитопатологии и ветеринарии идти теми путями в борьбе с вирусами, которые использованы в борьбе с патогенными микроорганизмами? Надо ли искать агенты, убивающие вирусы?

Иллюзорны надежды на нахождение веществ, которые в случае, например, эпидемий гриппа разрушали бы нуклеиновые кислоты всех вирусов, прежде чем эти кислоты окажутся в контакте с цитоплазмой поражаемых клеток слизистого эпителия дыхательных путей.

С биологической точки зрения профилактика и лечение при вирусных инфекциях заключаются в том, чтобы не допускать такого патологического изменения метаболизма поражаемой вирусом клетки, при котором гегемоном в синтезе белков клеткой становится не ДНК ее собственного ядра, а нуклеиновая кислота паразита-вируса, при этом клетка и репродуцирует вирусные единицы.

Необходимы электронно-микроскопические, молекулярно-биологические, цитохимические и гистологические исследования влияния фитонцидов на поражаемые данным вирусом клетки растительных или животных тканей. Наряду (а может быть, и вместо) с поисками антивирусных препаратов-«убийц» надо искать вещества, которые не допускали бы проникновения нуклеиновых кислот через оболочки клеток. Может быть, полезными оказались бы такие агенты, которые вызывали бы временного, не катастрофического характера болезненные явления в клетках, так как репродукция вируса, обусловливаемая патологией в синтезе белковых молекул и репликации молекул ДНК, может, вероятно, иметь место при условии, если вирус контактирует со здоровой, нормальной клеткой, например слизистого эпителия в случае гриппозной инфекции.

Не исключено, что некоторые фитонциды могут сыграть антивирусную роль в отношении тех или иных вирусов, однако для рабочей программы исследователя при поисках таких фитонцидов не хватает многого, и прежде всего недостаточно еще ясны иммунологические явления при вирусных заболеваниях. Что касается открытия интерферона, то не доказано еще, что этот фактор противовирусного иммунитета принадлежит к категории явлений, объединяемых понятием «антигенная реактивность». Интерферон как биохимическая система, влияющая на белковый синтез, возникает под воздействием не только вирусов, но и многих других агентов, в частности бактерий. Интерферон, обусловливающий неспецифическую устойчивость клеток, не только противовирусный фактор. Мало оснований думать о нем как об антителе. Таким образом, приветствуя превосходные исследования многих фитопатологов, иммунологов и микробиологов, а также специалистов по лекарственным растениям и других ученых,— исследования, направленные на «убийство» вирусов,— надо искать какие-то совершенно новые пути борьбы с вирусными заболеваниями, помогать клеткам человека, растений и животных не вступать в биохимические связи с вирусными нуклеиновыми кислотами.

При неясности основных биологических вопросов борьбы с вирусами неразумно отказываться от того, что уже добыто практикой, хотя и не вполне обосновано научно. Заслуживает большого внимания работа В. П. Коротковой, которая доказала строгими опытами тормозящее действие фитонцидов эвкалиптов, антоновских яблок и других растений на репродукцию вируса гриппа. Безусловно, непозволительно при бедности противовирусных препаратов игнорировать фитонциды чеснока. Они несомненно могут помочь в профилактике осложнений при гриппе и играют какую-то, хотя и неясную, роль в предупреждении развития болезни. Скорее всего причина этого — влияние на проницаемость мембран клеток эпителия дыхательных путей человека. А может быть, что фитонциды чеснока вызывают «благотворную болезнь» клеток слизистого эпителия верхних дыхательных путей и благодаря этому гриппозный вирус не находит необходимую ему для репродукции здоровую клетку.

Итак, может быть, главная линия борьбы с гриппозным вирусом — не нахождение убийственных для него веществ, а вызывание во время эпидемии безобидного болезненного состояния клеток. Болезнь как профилактика другой болезни!

Не следует отвергать эту мысль. Ведь современная медицина еще почти беспомощна в поисках лечебных препаратов против гриппа. Это удивительно. В биохимическом отношении вирус гриппа изучен прекрасно. Биохимия и иммунология владеют рядом превосходных методик. На земном шаре создано большое число антивирусных научных учреждений, в которых работает огромная армия ученых; среди них, конечно, много

талантов, смелых исследователей. Однако десятки лет исследований не дали таких химико-терапевтических средств против вируса гриппа, которые спасали бы человечество от трагедий, вызываемых эпидемиями гриппа.

Почему организм человека не нейтрален в отношении фитонцидов высших и низших растений?

Я высказывался по этому вопросу неоднократно, пытаясь понять явление фитонцидов в экологическом и эволюционном аспектах. Тридцать лет назад было написано: «Почему, собственно, тысячи видов растений оказываются не нейтральными для человека и животных, а затрагивают те или иные существенные функции?.. Нельзя считать случайным, что огромное количество растений оказываются лекарственными или ядовитыми для человека, а не нейтральными. Мы забываем, что наши биологические предки... еще недавно (с биологической точки зрения) жили в лесах, имели непосредственное общение с животным и растительным миром. Много ли поколений прошло после ледниковой эпохи? Едва 500 поколений. За это время произошла изумительная «эмансипация» мозга человека и «эмансипация» человека от природы благодаря развитию науки, техники и культуры. Произошло это в такой короткий исторический срок, что общественно-историческая среда не могла настолько изменить биологическую природу человека, чтобы нацело исчезли те экологические взаимоотношения, какие сложились за долгий период эволюции между нашими предками и окружающими их растениями и животными. Современная медицина, используя лекарственные средства растительного происхождения, отчасти имитирует экологические отношения наших предков с растениями»[1].

К сожалению, мало еще исследований влияния фитонцидов на организм человека и животных, хотя и имеются превосходные работы, например М. М. Эпштейн, И. В. Торопцева, А. Г. Филатовой, А. И. Гот-Лопаковой, Б. Е. Айзенман и С. И. Зелепухи.

Необходимо изучить влияние фитонцидов на иммунологические свойства организма, на способность к физиологической и репаративной регенерации, на все те функции, которые способствуют гомеостазу, сохранению нормальных морфо-физиологических процессов. Любой нормальный организм животного и человека, как правильно выражаются, неистово защищает свою целостность. Иммунологические свойства есть одно из про-

---

[1] Токин Б. П. Состояние проблемы фитонцидов.— В кн.: Биологические антисептики. Томск, 1946, с. 48.

явлений этой неистовой защиты организмом своей интеграции, целостности. Именно такое, могущее показаться излишне широким, чересчур общего характера биологическое направление исследований особенно необходимо для биологии и медицины. Зачем нужны фитонциды их продуцентам? Каково их иммунологическое значение? Как влияют фитонциды на тот организм, к целебным силам которого мы даем в их лице надбавку, выработавшуюся у растений эволюционным путем?

Замечание о поисках противоопухолевых антибиотиков

Следует напомнить о поисках противоопухолевых «антибиотиков». На VI и VII совещаниях по фитонцидам (июнь 1969, Киев; июнь 1973, Киев) доложены превосходные исследования, направленные на поиски противоопухолевых препаратов растительного происхождения. Такие препараты ищут ученые и в других странах.

К моему сожалению, некоторые исследователи не обратили внимания на мои неоднократные высказывания о том, что собственно «антибиотические», противомикробные свойства фитонцидов не имеют прямого отношения к этим поискам. Ошибочно называть противоопухолевые препараты «противоопухолевыми антибиотиками». Бластоматозный рост ничего общего не имеет с инфекционными заболеваниями, бактерицидные и фунгицидные свойства фитонцидов навряд ли имеют значение для онкологии.

В моей монографии «Регенерация и соматический эмбриогенез» (Л., 1959) и в других работах доказывается, что все факторы, способствующие физиологической и репаративной регенерации и иным нормальным процессам формообразования, тормозят развитие опухолей и, наоборот, все, что тормозит регенерацию (и тем более подавляет ее), благоприятствует бластоматозному росту, может создавать «предраковый фон». При опухолевых процессах регенерационные способности организма оказываются ослабленными. Из этого следует, что требуется искать такие препараты растительного происхождения, которые стимулируют нормальные морфогенетические процессы и прежде всего регенерационную способность организма, особенно физиологическую регенерацию. Таким образом, в числе критериев для отбора на дальнейшее исследование кажущихся антиопухолевыми препаратов важнейшим должен быть: стимулирует ли данный препарат регенерационные процессы.

Трудности работы в этом направлении не должны отпугивать ученых. Эмбриологи и специалисты по регенерации могут предложить облегчающие исследование модели, позволяющие в предварительной форме быстро получить ответ, тормозят или стимулируют регенерацию интересующие вещества.

О некоторых дискуссионных вопросах

Следует подчеркнуть необходимость расширения и углубления исследований фитонцидов в экологическом плане.

Заслуживают особого внимания мысли Ф. Вента, который подсчитал, что только эфиромасличные растения земного шара ежегодно выделяют в атмосферу 175 миллионов тонн летучих органических веществ. Атмосфера нашей планеты и все воды ее, включая почвенные, насыщены фитонцидами. Недаром некоторые исследования доказывают, что и цвет неба в значительной степени определяется органическими веществами, выделяемыми растениями.

Вент в 1962 году высказал спорную, но очень интересную мысль. Миллионы тонн летучих органических веществ растений, окисляясь и распадаясь под действием света, освобождают огромное количество энергии, которое выражается в тепловой форме в поистине гигантской цифре —

более 10 000 000 000 000 000 000

(единица с 19 нулями) калорий! Чтобы создать приблизительное представление о таком количестве энергии, вспомним, что здоровый человек тратит на все виды своей жизнедеятельности за сутки 2000—3000 калорий, а это приблизительно то количество энергии, которое требуется, чтобы температуру воды, равной весу человека, поднять с 0 до 50 градусов по Цельсию.

Вент предполагает, что энергия, возникающая в атмосфере при окислении летучих выделений растений, обусловливает постоянный положительный заряд атмосферы по отношению к поверхности Земли. Количество этой энергии приблизительно совпадает с энергией всех грозовых разрядов на земном шаре за год. Это также единица с 19 нулями калорий! А грозы возникают преимущественно в местностях с обильной растительностью и крайне редко над обширными пустынями. Почти не бывает гроз зимой, когда мало выделений растений. Вент и предполагает, что распределение зарядов в грозовой туче определяется тем, что в наружных темных участках тучи находятся окисленные органические вещества и там создается положительный заряд, а в центре тучи окисленных веществ нет и создается отрицательный заряд. Происходят разряды молний внутри грозовой тучи и между тучей и землей.

Может быть, Вент прав? Подождем, опровергнут ли его смелую гипотезу метеорологи и физики.

Автор этих строк просил бы читателя не отвергать и его гипотезу, касающуюся загадочного до сих пор явления миграции рыб. Какие природные силы заставляют некоторые виды рыб проделывать тысячекилометровые путешествия в океаны, поче-

му рыба «находит» реки, в которых она отложит свои икринки? Может быть, и здесь «замешаны» фитонциды или продукты их разложения? Может быть, ученые мало еще внимания уделили обонянию рыб? Органические вещества, выделяемые растениями, произрастающими в районах нерестилищ, распространяются на сотни и тысячи километров от места их возникновения. Не служат ли фитонцидные вещества (запахи) «обонятельным проводником» для мигрирующих рыб? Кто знает? Следовало бы строго научно проверить эту гипотезу.

Может быть, и для объяснения удивительных сезонных перелетов птиц на огромные пространства мы должны добавочно изучить роль фитонцидов.

Особенно большое значение, мне думается, имели бы исследования о возможной роли фитонцидов, образующихся в лесах, на лугах и т. д., в мутационной изменчивости микро- и макроорганизмов. Может быть, те или иные фитонциды имеют мутагенное действие?

Вероятно, многое для биологии и медицины дадут исследования об ионизационных свойствах летучих фракций фитонцидов. По данным В. Н. Власюк зеленые насаждения в городах, по-видимому, играют положительную роль в поддержании ионного состава в воздухе в благоприятную с точки зрения медицины сторону — в увеличении концентрации отрицательных ионов.

О классификации явлений фитонцидов

В заключение следует немного сказать о классификации явлений фитонцидов. Это особенно требуется в связи с исследованиями в области «аллелопатии», занятой многообразными явлениями, наблюдаемыми в жизни фитоценозов.

Не раз предлагалась классификация фитонцидов[1].

Я неоднократно пытался показать, что многообразная роль фитонцидов в природе в конечном счете определяется именно тем, что они являются эволюционно выработавшимся фактором иммунитета растений. Таково явление антагонизма в мире микроорганизмов, возможность использования фитонцидов в медицине и ветеринарии и т. д., ряд явлений в химической биоценологии.

Следует считать удовлетворительной приводимую ниже классификацию фитонцидов. По-видимому, эта классификация правильно отражает роль фитонцидов в природе. Можно, однако, видоизменить и несколько детализировать схему.

---

[1] Molish H. Der Einfluss einer Pflanze auf die andere — Allelopatie. Vena, 1937; Грюммер Г. Взаимное влияние высших растений. Аллелопатия. М., 1957.

КЛАССИФИКАЦИЯ ФИТОНЦИДОВ[1]

А. Бактерицидные, фунгицидные и протистоцидные фитонциды, продуцируемые высшими и низшими растениями, а также фитонциды, стимулирующие жизнедеятельность определенных групп организмов	Б. Фитонциды, токсичные для насекомых, клещей, червей и других макроорганизмов	В. Фитонциды высших и низших растений, стимулирующие или тормозящие прорастание пыльцы, рост и развитие других растений
1. Воздушные фитонциды (летучие фракции фитонцидов)	1. Воздушные фитонциды (летучие фракции фитонцидов)	1. Воздушные фитонциды (летучие фракции фитонцидов)
2. Почвенные фитонциды (жидкости и летучие вещества, продуцируемые подземными частями растений)	2. Почвенные фитонциды (жидкости и летучие вещества, продуцируемые подземными частями растений)	2. Почвенные фитонциды (жидкости и летучие вещества, продуцируемые подземными частями растений)
3. Водные фитонциды (продуцируемые водными растениями)	3. Водные фитонциды (продуцируемые водными растениями)	3. Водные фитонциды (продуцируемые водными растениями)
Неэкскреторные фитонциды	Экскреторные фитонциды	
1. Нативно-активные	1. Летучие фракции	
2. Внеклеточно - активные	2. Жидкости	

Антибиотики— вещества, полученные тем или иным способом из высших и низших растений, обладающие антимикробными, инсектицидными и иными свойствами, по химическому составу большей частью не совпадающие с нативными фитонцидами.

Таким образом, биологическое значение фитонцидов кратко можно охарактеризовать так. Они — один из факторов естественного иммунитета растений как низших, так и высших. Они обладают бактерицидными, фунгицидными и протистоцидными свойствами. Как уже неоднократно отмечалось, фитонциды могут и стимулировать жизнедеятельность тех или иных микроорганизмов, являющихся антагонистами патогенных для данного вида высшего растения форм, что может играть роль в иммунитете. Фитонциды могут вызывать явления отрицательного хемотаксиса подвижных форм микроорганизмов.

Фитонциды — один из многих факторов жизни биоценозов, обусловливающих антагонизм в мире микроорганизмов, стимуляцию или угнетение размножения, роста и других проявлений жизни у высших растений. Фитонциды — один из многих фак-

[1] Вещества, являющиеся одним из факторов естественного иммунитета растений и играющие роль во взаимоотношениях организмов в биоценозах.

торов, влияющих на состав микрофлоры воздуха в условиях разных растительных ассоциаций. Фитонциды — один из многих факторов, регулирующих состав животных организмов в биогеоценозах. Они токсичны для тех или иных насекомых, клещей, травоядных и других животных; они, вероятно, могут оказаться при определенных природных условиях мутагенными факторами. Многие из названных свойств фитонцидов определяются именно тем, что они — важнейший фактор иммунитета растения.

Вероятно, целесообразно было бы дать название каждой группе фитонцидов в связи с их разной ролью. Так, может быть, целесообразно было бы называть летучие фитонциды, играющие роль во взаимоотношениях растений, аллелопатинами.

Исследователям фитонцидов следует предостеречь друг друга против неаргументированного стремления все биологически активные вещества растительного происхождения называть фитонцидами. Нет, положим, оснований называть фитонцидами химические вещества, появляющиеся в результате разложения растительных остатков, хотя они могут играть значительную роль в жизни фитоценозов.

Просьба автора к своим единомышленникам

Я избежал вмешательства в исследования ученых, пытающихся использовать фитонциды в практике растениеводства, медицины, ветеринарии и т. д. Однако, будучи уверенным в том, что фитонцидам высших растений принадлежит огромное будущее, автор хотел бы обратить внимание на один «кризисный» участок в разработке учения о фитонцидах.

Учение о фитонцидах возникло в связи с открытием *летучих фракций*. Много превосходных работ о летучих фракциях было выполнено учеными. Профессор М. М. Эпштейн опубликовала исследование «Биохимический механизм действия некоторых фитонцидов на организм» (Киев, 1963), Н. П. Миронова — работу «Сравнительное действие фитонцидов некоторых высших и низших растений на заживление экспериментальных кожных ран» (Томск, 1954). Академик АМН СССР хирург А. Г. Савиных, И. В. Торопцев и А. Г. Филатова в годы Великой Отечественной войны успешно лечили долго не заживающие раны фитонцидами лука и чеснока. Терапевт А. В. Колодин создал препарат, содержащий летучие фракции чеснока, адсорбированные желудочным соком собаки. Великолепны исследования терапевта И. Е. Новикова, сконструировавшего специальный аппарат, извлекающий фитонциды из растений. С 1951 по 1955 год у него было под наблюдением 1460 больных острой дизентерией. Он с успехом лечил их летучими фракциями чеснока, вводя последние в дистальный отдел толстой кишки. Подполковник медицинской службы Иван Ефимович Новиков — человек большой ду-

шевной чистоты, преданный науке, бескорыстно отдавал все свои силы больным.

Смелый ленинградский терапевт В. И. Емельянова лечила неспецифические гнойные воспаления легких интратрахеальным введением фитонцидов чеснока. Ленинградский биолог профессор С. С. Скворцов провел систематические химические исследования летучих фитонцидов ряда растений. Ленинградский терапевт П. К. Булатов многие годы с большим успехом использовал фитонциды, делая ингаляции при некоторых формах пневмонии.

Можно назвать и другие исследования. Однако совершенно очевидно, что за последние 10—15 лет внимание биологов и медиков к летучим фракциям фитонцидов очень ослабло, и в то же время потребности лечебной и профилактической медицины и ветеринарии, курортологии и де́ла озеленения городов, а также многие иные задачи настойчиво требуют смелой, широкой разработки вопросов использования именно летучих фракций фитонцидов.

...Без страсти никогда не было и не может быть совершено ничего великого.

Г. Гегель

Вместо заключения

Рожденная советской наукой, проблема фитонцидов прочно вошла в жизнь. Не административно, не по приказу, а только благодаря бескорыстной работе выдающихся ученых создались в нашей стране превосходные оригинальные школы и лаборатории, занятые фитонцидами. Особенно велика заслуга украинских ученых во главе с академиком Виктором Григорьевичем Дроботько и молдавских ученых во главе с профессором Дмитрием Дмитриевичем Вердеревским. Обширные исследования о взаимовлиянии растений благодаря выделению ими фитонцидов, а также исследования в интересах медицины проведены в Германской Демократической Республике, ФРГ, Чехословакии, Канаде и других странах.

Немного об истории проблемы фитонцидов

Создалось учение о фитонцидах, затрагивающее вопросы ботаники, зоологии, медицины, ветеринарии, растениеводства, пищевой промышленности и других областей науки и практики. Возникла потребность в созыве всесоюзных совещаний по проблеме фитонцидов. Первое совещание состоялось в Ленинграде в стенах Института экспериментальной медицины в 1954 году.

В 1956, 1959, 1962, 1965, 1969, 1973, 1979 годах в Украинской Академии наук состоялись всесоюзные совещания, на которых сотни биологов, медиков, растениеводов сообщили о результатах исследований фитонцидов, касающихся разных областей науки и практики. Проблема фитонцидов давно уже не принадлежит только мне как автору открытия. Это означает, что она прочно вошла в науку и жизнь.

Я благодарю судьбу за то, что полстолетия нелегкой борьбы за проблему не сломили мою волю и уверенность в пользе для людей новой области исследований. Теперь, когда интерес к новой проблеме проявляет наша советская научная молодежь, мне кажется уместным и поучительным рассказать начинающим ученым об интимных страницах ее истории. Конечно, в этой

своей авторской исповеди перед молодежью не следует обижать некоторых искренне уважаемых мною деятелей науки, долгое время не понимавших проблемы и серьезно мешавших ее развитию. Почти всякое новое открытие сопровождается сначала сомнениями, и сделать новое открытие, пожалуй, легче, чем защитить его, добиться того, чтобы оно вошло в систему взглядов других ученых и стало достоянием науки и жизни. Только близкие мне люди знают, сколько тяжелых, мучительных горестей доставило мне мое открытие. Но были и радости, и, конечно, нет большего счастья у ученого, чем видеть, как твои скромные открытия становятся достоянием других людей. Это такое счастье, которое заставляет забывать все неприятности, подчас сопровождающие научную деятельность.

...Так получилось, что, желая стать врачом, обучаясь на медицинском факультете Московского университета, я получил полное отвращение к медицине. Трудно сказать, что было виною этому, но, конечно, не педагоги и врачи того времени, которых я вспоминаю с восхищением и благодарностью. Я счел бы тогда нелепой фантазией представить себя в роли человека, ставшего близким к врачам и приобретшего так много научных друзей в медицинском мире. Дойдя вместе с другими студентами уже до изучения болезней, я покинул медицинский факультет и перешел на первый курс физико-математического факультета по биологическому отделению. Меня не просто влекла наука о жизни, но я мечтал разрешить одну из больших ее проблем. Меня интересовали причины зародышевого развития животных и особенно вопрос, почему клетки, составляющие зародыш, могут размножаться.

И вот в ходе экспериментирования в совершенно иной области мне и довелось обнаружить в 1928—1929 годах явление, послужившее началом учения о фитонцидах. Я убедился, что летучие вещества, выделяемые кашицей из луковицы лука, в небольших порциях могут временно усилить размножение дрожжевых клеток, а в больших дозах неизменно убивают их. Об этом опыте рассказано в начале книги. Удивившись такому явлению, с юношеской научной жадностью я стал незамедлительно изучать подобные свойства и других растений, обратившись к своим излюбленным объектам — зародышам животных. Тогда же я убедился и в том, что растения на расстоянии могут убивать зародыши моллюсков, о чем также написано в книге. В то же время были поставлены и первые опыты с бактериями. Все это было интересно и, как говорят, захватывало дух, но что делать со своим открытием, я не знал. Не знали и ученые старшего поколения. Когда в мае 1930 года на Всесоюзном съезде зоологов в Киеве я сделал сообщение об обнаруженных мною явлениях, некоторым ученым они показались любопытными, но кому и зачем они могут понадобиться, никто, конечно, и не представлял.

Такое же отношение к своему открытию я встретил и в августе 1930 года в Амстердаме на Международном конгрессе цитологов (специалистов по учению о клетке), на котором мне довелось быть в числе делегатов советских ученых. Единственный, кто по-настоящему заинтересовался моими докладами, был мой товарищ по поездке в Голландию покойный Борис Иннокентьевич Лаврентьев — профессор Московского медицинского института. «Да! Это удивительно! Вы копнули что-то очень значительное! Нельзя бросать этого!» — поощрительно говорил Лаврентьев. Мои доклады на конгрессе были напечатаны в советском и немецком журналах, но почти никто не обратил на них серьезного внимания.

Среди советских ученых одним из первых заинтересовался вновь обнаруженными свойствами растений талантливый украинский ученый Н. Г. Холодный. К 1935 году он убедился, что способностью к образованию органических веществ, выделяемых в воздух, обладают «весьма многие, если не все, растения, начиная от самых простых — бактерий и грибков — и кончая наиболее высоко стоящими в системе цветковыми растениями». Он предполагал, что концентрация летучих веществ, выделяемых растениями, может достигать порядка нескольких миллиграммов на один кубический метр воздуха. Холодный сделал замечательное открытие: летучие фитонциды растений в очень ничтожных количествах не только не убивают некоторые бактерии и грибки, но и могут служить им пищей!

Из иностранных ученых я должен первым назвать немецкого ботаника Ганса Молиша, опубликовавшего в 1937 году свою интересную книгу «Влияние растений друг на друга — аллелопатия». Он привел большое количество доказательств того, что растения своими летучими веществами могут стимулировать или, наоборот, тормозить жизнь других растений. Но мы забегаем вперед.

Итак, открытие фитонцидов было совершено еще в 1928—1930 годах. Не зная, что с ним делать, я продолжал исследования на животных, но и свое неожиданное открытие забыть не мог. Как поступил бы всякий любитель природы, я часто возвращался к удивительным явлениям в жизни растительных организмов и между другими делами, больше ради собственного удовольствия, продолжал ставить опыты с разными растениями.

Вскоре произошло событие в моей жизни, также с виду случайное, которое заставило мои юношеские мысли и переживания оказаться уже в полном плену у фитонцидов.

Весной 1932 года, работая в Биологическом институте имени К. А. Тимирязева в Москве, вместе с другими учеными я был послан в Ташкент и Самарканд для чтения лекций. Один из моих новых знакомых молодой узбекский ученый, будучи, как и все узбеки, радушным и гостеприимным, пригласил меня в воскресенье в старый Ташкент и решил обязательно угостить

особыми пирожками. Дело это давнее, прошло уже полстолетия. Ташкент, как и многие другие советские города, стал краше, чище. Никто из граждан современного Ташкента да не посетует на меня за эти мои воспоминания. Я был удивлен духотой, пылью и грязью тогдашнего воскресного базара. Здесь же, на открытом воздухе, в далеко не белоснежном халате и, надо думать, далеко не стерильными руками веселый повар приготовлял пирожки. То ли необычная обстановка, то ли плохое состояние здоровья заставили меня робко просить разрешения не есть пирожков, но в конце концов, боясь обидеть своего нового друга, я их взял. Эти пирожки оказались историческими в моей жизни. Когда я стал жевать остывшие пирожки, мне показалось, что я обжигаюсь. «Почему?» — с удивлением спросил я. К мясному фаршу более чем щедро были добавлены пряные растения. У меня мелькнула мысль: а может быть, открытые мною летучие вещества пищевых растений (лука, горчицы, перца и других) убивают самых страшных для людей бактерий? Может быть, фарш бактерициден, и подобные пирожки не только не опасны для людей, но и помогают убивать вредных микробов?

Эта мысль всецело захватила меня, и, вернувшись в Москву, я вместе с докторами А. Г. Филатовой и А. Е. Тебякиной незамедлительно поставил опыты по влиянию летучих веществ пищевых растений на болезнетворных для человека бактерий. Помню, как радостно было убедиться в правильности предположений, навеянных староташкентским рынком и пирожками. От случайных опытов я перешел к планомерному изучению бактерицидных свойств летучих фитонцидов высших растений. Фитонциды пленили меня, и я все чаще стал задумываться о значении их для самих растений, а также и о том, нельзя ли использовать их в интересах медицины. В ходе научной работы я все более и более стал сближаться с ней и проникаться глубоким уважением к врачам и ко всем деятелям этой благороднейшей науки.

К 1940 году была создана вчерне теория о роли фитонцидов в природе, о значении их в иммунитете растений. К этому времени было проведено уже много опытов, позволявших надеяться на использование фитонцидов в медицине. Напечатанная в 1942 году в Москве моя книга называлась «Бактерициды растительного происхождения (фитонциды)». Прежде чем написать эту книгу, пришлось пережить много горьких минут, а после ее напечатания такие минуты умножились сверх меры.

В 1928—1930 годах открытие фитонцидов прошло почти незамеченным, а потом появилось излишнее количество скептиков среди ботаников, микробиологов, медиков, гласно и еще чаще втихомолку говоривших: «Токин залез в чужую область науки. Ведь он же не ботаник, не микробиолог, не медик! Что же он может понимать в этом?» Один академик, противодействуя пе-

чатанию очередной статьи о фитонцидах, совершенно искренне говорил: «Да ведь это какое-то сумасшествие! По Токину растения на расстоянии убивают бактерий?!»

Теперь, спустя полстолетия работы и борьбы за новую проблему, умолкли скептические голоса и уже, как всегда бывает в подобных случаях, ворчливые ученые стали говорить по-иному: бесспорно, что растения убивают микробов, но что в этом нового? Чесноком да луком уже тысячелетия знахари лечили людей!

Да и сейчас, когда я пишу эту книгу, мне горестно сознавать, что встречаются медики и ботаники, готовые «забыть» открытие советских ученых и безудержно восхвалять работы иностранных ученых, в которых, в сущности, сделано «переоткрытие» фитонцидов. Так относятся, например, к так называемым фитоалексинам, о которых написано на страницах этой книги.

В своей авторской исповеди перед молодежью хочется словами сердечной благодарности вспомнить о многих деятелях науки, не давших затоптать и забыть открытие фитонцидов. Первыми я должен назвать академика Алексея Алексеевича Заварзина, академиков Петра Степановича Купалова и Бориса Иннокентьевича Лаврентьева, которые, оказавшись в годы войны в эвакуации в городе Томске, где я занимался профессорской деятельностью в университете, помогли морально и организационно утвердить в науке новую проблему. Особенно энергично стоял за разработку новой проблемы А. А. Заварзин, ставший редактором моих книг о фитонцидах, изданных в годы Великой Отечественной войны.

Не наступило еще время для опубликования многих интереснейших документов, касающихся истории борьбы за проблему фитонцидов, ибо живы участники этой борьбы, живы противники проблемы, мешавшие ее развитию. Правда, они уже изменили свое отношение к ней и опубликование документов звучало бы резким осуждением их бывшей позиции, но эти ученые достойны большого уважения за их научную деятельность и мне не хочется их обижать. Не могу я, однако, воздержаться от опубликования части письма академика А. А. Заварзина, посланного им 29 ноября 1944 года из Томска заместителю министра здравоохранения СССР, впоследствии академику В. В. Парину:

«Прилагаю при этом письме повестку только что прошедшей конференции по растительным бактерицидам. Конференция прошла очень оживленно, и представленный на ней материал значительно увеличил объем тех фактов, которые были в прошлом году опубликованы в сборнике. Развитие вопроса шло главным образом в сторону изучения не летучих фракций, а самого сока, который оказался обладающим еще более значительными бактерицидными свойствами. В самое последнее время Торопцеву удалось выделить из сока лука и чеснока твердое кристаллическое вещество, которое обладает чрезвычайно сильными

протистоцидными и бактерицидными свойствами. Оно испытано на стафилококке, фитофторе и инфузориях. Инфузории оно бьет в разведении 1:50 000 000.

Токиным полгода тому назад направлена в „Журнал общей биологии" статья, в которой он развивает общую теорию о защитных силах растений. В этой статье он развивает идею о том, что открытые им фитонциды являются универсальными защитными химическими приспособлениями всех без исключения растительных организмов. Выделенное Торопцевым сухое вещество из лукового сока получено приблизительно той же методикой, как и пресловутые грамицидины и пенициллины. Из этого можно заключить, что эти вещества являются лишь частными случаями проявления растительных бактерицидов (фитонцидов). Таким образом, я убежден, что мы имеем дело с общебиологической теорией, из которой, несомненно, вытекают богатейшие возможности извлечения из растений вообще сильнейших бактерицидов.

Вопрос об антагонистических свойствах грибков и растений также является не новым вопросом в русской литературе и имеет давность уже около 10 лет. Мне тем более представляется странным, что импортированные из Америки пенициллины и грамицидины, ценность которых я не имею никакого желания здесь оспаривать, в прессе, и общей и специальной, приобрели характер каких-то великих открытий, новых для русской науки, причем авторы, их пропагандирующие, не считают нужным даже упоминать об отечественных работах, имеющих несомненно гораздо большее общебиологическое значение и дающих поэтому большие перспективы. Это тем более странно, что некоторые из этих авторов (как, например...[1] проф. Гращенков и многие другие) присутствовали на докладах и демонстрациях в Томске и Новосибирске и могли убедиться в том, что бактерициды растительного происхождения открыты в Америке не „впервые", как они об этом пишут в своих многочисленных статьях. В наше время подобное замалчивание наших отечественных работ нельзя назвать особенно патриотическим делом. Только поэтому я и пишу Вам обо всем этом. Я убежден, что ближайшее будущее покажет, насколько я в этих своих утверждениях прав».

Сибирские ученые энергично содействовали развитию проблемы, среди них — известный стране хирург академик Андрей Григорьевич Савиных и терапевт академик Дмитрий Дмитриевич Яблоков. В то время старый сибирский университетский город стал всесоюзным центром исследований в области фитонцидов. Появился ряд энтузиастов новой проблемы. Среди них микробиолог профессор Татьяна Даниловна Янович с большой группой своих сотрудников, профессор медицины Иннокентий

[1] Опускаю некоторые фамилии ныне живущих ученых.

Васильевич Торопцев, ныне академик Академии медицинских наук, профессор Иван Емельянович Камнев и др.

С большой сердечной теплотой я вспоминаю многих ученых, помогавших создавать учение о фитонцидах. Ими заинтересовались знаменитый русский хирург Николай Нилович Бурденко, академик микробиолог Борис Лаврентьевич Исаченко, известный ботаник член-корреспондент Академии наук СССР Борис Михайлович Козо-Полянский.

Посмотрим на портрет этого выдающегося ученого. Рядом с ним в вазе букет ромашек. Он окружен книгами и растениями. Это не случайно, это отражает жизнь ученого. Со школьных лет он нежно любил растения и изучал родную природу, живя в одной из деревень Воронежской области. Впоследствии, приезжая сюда на каникулы, Борис Михайлович без всяких экспедиций мог разносторонне изучать растения, что он и делал всю жизнь. Кажется, все было гармонично в его жизни. И жена его Владислава Ивановна — тоже ученый, ботаник. Образ Бориса Михайловича ясный, чистый. Он любил природу, любил солнце. «До конца жизни, всегда, когда мог,— вспоминает Владислава Ивановна,— Борис Михайлович провожал закат солнца; в городе — за домами, за пустырем с сорняками. Любил открытые светлые места, как в степи».

Сердечное спасибо исследователи в области фитонцидов могут сказать академику Леону Абгаровичу Орбели, возглавлявшему Всесоюзный комитет по антибиотикам и помогавшему печатанию работ о фитонцидах. Были и объективные «помощники» учения о фитонцидах. Этими «помощниками» оказались... плесневые грибы.

Если до начала Великой Отечественной войны медики совсем не обращали внимания на фитонциды, то дело изменилось, когда медицина обогатилась новым прекрасным лечебным фитонцидным препаратом — антибиотиком пенициллином. Тысячи ученых в разных странах начали искать новые и новые бактерицидные препараты из низших растений — из бактерий и грибов. Многие задумались над получением препаратов из высших растений и по-иному стали оценивать открытие фитонцидов. Хотя и до сих пор медицина находится «под гипнозом бактерий и грибов», но все чаще и сильнее раздаются трезвые голоса: а может быть, и среди высших растений мы найдем вещества не меньшего значения, чем пенициллин? Чем хуже плесневых грибов эвкалиптовые деревья, тополя, березы, хвойные растения, антоновские яблоки или капуста? Может быть, в каком-либо столь же обыденном растении, как и плесень, скрываются еще более прекрасные лечебные богатства, которыми должна воспользоваться медицина?

Учение о фитонцидах встало на прочное основание бесспорных фактов. Выпытывает у природы новые тайны вместе со старшим поколением ученых и молодежь.

Неоднократно упрекали меня как эмбриолога животных в «залезании» в чужие области ботанических знаний. Что же? Это свое «преступление» я скрыть не мог. Свое «незаконнорожденное дитя» в науке я продолжаю любить со всей отцовской нежностью.

Проблеме фитонцидов 50 лет. Юбилярам обычно многое прощают. Простят, может быть, и автору проблемы то, что он решил опубликовать некоторые документы личного характера. Кажется мне, что эти документы представляют и общественный, научный интерес.

...*Петр Михайлович Жуковский.* Человек удивительный, прекрасный. Скромный и всемирно известный естествоиспытатель. Знания огромны. Ботаник в широком значении этого слова, путешественник, исходивший, наверное, полземного шара в поисках растений, генетик, фитопатолог — борец за здоровье растений, создатель учебника «Ботаника» — настольной книги профессоров и студентов в течение нескольких десятилетий, друг знаменитого Николая Ивановича Вавилова.

За несколько дней до своего ухода из жизни он послал письмо. Прочтите его, юные ученые. Какой юношеской, научной страстью дышит это письмо.

«Ленинград, 19.IX.75

Глубокоуважаемый и дорогой Борис Петрович!

Безмерно благодарен Вам за большой научный подарок — за Вашу новую книгу о фитонцидах [1]. Мне кажется, что я в своей статье „Что такое растение" отметил ссылку Б. М. Козо-Полянского, который в свое время опубликовал о фитонцидах, назвав их „первой линией обороны".

Будьте уверены, что в своем новом издании „Ботаника"[2] я *много напишу* (в этом и в других случаях подчеркнуто П. М. Жуковским.— *Б. Т.*) о Вашем открытии. Я пишу эволюционную „Ботанику" (на современном научном уровне). Мне дали 65 печатн. листов, т. е. более 1000 страниц. Это моя „лебединая книга", ибо скоро мне грянет 88 лет. Состояние здоровья, конечно, плачевное: голова работает, а ноги почти не ходят. Кроме того, я почти 20 лет живу в одиночестве. Перестал ходить в театры, филармонию, даже в „гости". Пользуюсь такси для „внешних сношений". Сейчас я просто „каторжник письменного стола".

Вашу новую книгу читаю и делаю обширные выдержки для „Ботаники". Помимо Вашего образа, как оригинального выдающегося ученого, как экспериментатора, как увлекательного лектора и оратора, я всегда лично любил Вас, как душевного эмоционального человека, очень скромного, дружественного (полная противоположность... [3]).

6-томное издание „Жизнь растения"... я попрошу поручить Вам статью во 2-м томе: «Фитонциды растений». Ведь должна быть большая *объединительная* глава: „Иммунитет растений". Надо создать группу для этой главы в таком составе: Б. П. Токин, М. В. Горленко, А. В. Метлицкий, И. Г. Атабеков (вирусолог,

---

[1] Речь идет о книге «Целебные яды растений. Повесть о фитонцидах» (Л., 1974).

[2] Учебник для студентов высшей школы.

[3] Опускаю фамилию ныне живущего ученого.

МГУ), Ю. Т. Дьяков (МГУ), Б. А. Рубин. *Я подам докладную записку* на имя главного редактора „Жизни растения"... Глава об иммунитете должна открываться статьей о фитонцидах („первая линия обороны", далее пойдут „фитоалексины", генетика иммунитета и пр.).

Дорогой Борис Петрович — не огорчайтесь! „Жизнь растений" будет ареной фитонцидов! Я буду драться за это! Желаю Вам здорового долгожительства и новых побед!

Любящий и почитающий Вас П. Жуковский».

Милый Петр Михайлович! Спасибо Вам! Книги серии «Жизнь растений» — увы!— не стали ареной фитонцидов, а написание учебника Вам не удалось завершить. Но, выполняя Ваше научное завещание, я по-прежнему люблю своего научного ребенка вопреки, вероятно, безразличному отношению к проблеме фитонцидов тех ученых, которые располагают рукописями Вашего незаконченного учебника. У меня и у всех исследователей фитонцидов есть арена — это сама природа, жизнь растений.

В 1959 году мне довелось сделать доклад о фитонцидах в Колумбийском университете (Нью-Йорк). В ответ на мои слова: «Это мое незаконнорожденное дитя в науке»,— председательствующий на заседании известный американский зоолог воскликнул: «Господин Токин! Мы узаконим Ваше дитя!». Прошло немного времени, и академик *Виктор Григорьевич Дроботько* прислал мне письмо.

«Дорогой Борис Петрович!

От всего сердца поздравляю Вас с Вашим славным шестидесятилетием.

В жизни много красот, но больше всего люблю Вашего, как Вы сами называете, незаконнорожденного ребенка — *фитонциды*. Желаю Вам дальнейших, таких же незаконных рождений! Родина ребят усыновит.

Ваш В. Дроботько».

Да! Родина усыновила. Спасибо ей от отца фитонцидов — от гражданина СССР!

Наверное, это лебединая книга о моем любимом ребенке. Потому и вспоминаются нежные слова о природе И. Бунина:

И цветы, и шмели, и трава,
и колосья,
И лазурь, и полуденный зной...
Срок настанет — господь
сына блудного спросит:
«Был ли счастлив ты в жизни
земной?»
И забуду я все — вспомню
только вот эти
полевые пути меж
колосьев и трав.
И от сладостных слез
не успею ответить,
К милосердным коленам
припав.

Перспективы исследований

Надо ли скрывать от читателя, что я писал эту книгу с волнением за дальнейшую судьбу проблемы фитонцидов.

Конечно, я люблю свое «незаконнорожденное дитя» в науке и писал эту книгу влюбленно, как отец. А для отца и матери дитя есть всегда дитя: в любом возрасте родителям кажется, что вся жизнь даже возмужалого ребенка еще впереди. Так и мне думается, что главное в развитии учения о фитонцидах еще впереди. И хотя проблема фитонцидов давно не принадлежит только мне, продолжаешь считать себя ответственным за ее судьбу, оберегаешь дитя от ленивых, излишне торопливых, а иногда и нечистых рук случайных, непрошеных нянек. Оберегаешь дитя и от тех нянек-исследователей, открытиями которых восхищаешься, но которые чрезмерно балуют дитя, считают фитонциды панацеей от всех болезней и чуть ли не единственным заслуживающим внимания явлением природы во всех областях практики — в растениеводстве, пищевой промышленности и других. Вот почему хочется сказать многочисленным друзьям новой проблемы, особенно начинающим исследователям, слова предостережения.

Главное — надо избегать скороспелых выводов из небольших наблюдений, памятуя, сколь ответственно для науки и жизни каждое утверждение ученого. Вспоминаются наши первые наблюдения о влиянии летучих фитонцидов лука на дрожжевые клетки и на яйца моллюсков. Это казалось далеким от практики. Можно ли было думать в то время, что наблюдения положат начало современному учению о фитонцидах? Что бы случилось, если бы были допущены ошибки в начале исследований? Для дальнейшего развития проблемы и для многих областей практики требуется постепенно создать, так сказать, «инвентарную книгу» — очень толстую, многотомную! — о «фитонцидном хозяйстве» зеленого мира нашей Родины. Надо иметь представление о фитонцидных свойствах древесных пород, кустарников и трав, декоративных, лекарственных, пищевых и плодово-ягодных растений. Надо изучить фитонцидную активность одних и тех же видов растений в разных районах, в разных климатических, почвенных и иных условиях. Изучение фитонцидных свойств растений не менее важно, чем исследование их витаминных свойств.

Для ориентировочных опытов можно воспользоваться очень простыми способами, которые могут применять под руководством учителей юные натуралисты (опыты с одноклеточными животными).

Однако в интересах медицины, ветеринарии и фитопатологии требуются и все более сложные исследования. Сыгравшие полезную роль исследования прошлых лет, в частности и мои (о гибели микроорганизмов под влиянием фитонцидов), уже не

могут удовлетворять запросы науки и жизни, особенно медицину. Необходимы исследования предсмертных и посмертных состояний болезнетворных бактерий, низших грибов и протозоа современными способами: электронно-микроскопическими, цитохимическими и другими. Каков механизм действия фитонцидов на микробную клетку? Почему она умирает? Какие химические процессы и физические явления при этом происходят? Какими механизмами сопротивляется микробная клетка, как преодолеть в интересах больного человека разные приспособления ее к условиям жизни в наших тканях?

Одной из причин недостаточного использования фитонцидов в медицинской практике и в практике ветеринарии является тот факт, что химии фитонцидов не уделяется должного внимания. Есть, конечно, превосходные работы в этом направлении.

В интересах медицины многие ученые пытались выделять из растений отдельные вещества, создавать химически чистые антимикробные препараты. Особенно много потрудился в этом отношении коллектив ученых Всесоюзного научно-исследовательского института лекарственных и ароматических растений в Москве. Трудно даже перечислить исследования института. Автор этой книги полон уважения к ученым, стремящимся дать больному, врачу и фармакологу вещества ясного химического содержания, которые можно было бы дозировать, работать с ними, так сказать, не вслепую. Со страниц этой книги хочется приветствовать ученых, возглавляемых С. А. Вичкановой, которые отдают не первое десятилетие свою энергию поискам новых антимикробных растительных препаратов. Они получили несколько сот фитонцидных препаратов, среди них лютенурин, подавляющий жизнь стафилококков и стрептококков в разведении 1:10 000 000.

Сколь велики усилия ученых, свидетельствует то, что начиная с 1958 года они изучили в опытах вне организма тысячи препаратов, полученных из растений десятков семейств — водные настойки, выделенные химически чистые вещества или, как выражаются, суммарные препараты (те или иные группы соединений), эфирные масла, полифенолы, алкалоиды, терпеноиды и др. Изучали их влияние на туберкулезную палочку вне организма и их возможное лечебное действие при опытном вызывании туберкулеза у белых мышей. В кровеносные сосуды животных вводили туберкулезные палочки. Некоторые препараты (эфирные масла, хиноны, алкалоиды и лактоны) оказались с явным противотуберкулезным действием, но лишь девять из огромного числа испытанных можно было считать заслуживающими внимания для дальнейшего изучения и только один препарат — алкалоид тетрандин из растения стефания тетранда стал действенным при лечении мышей, зараженных туберкулезом.

Это я рассказал для того, чтобы читатель знал, сколько уси-

лий требуется от исследователей, чтобы напасть на правильный путь, сколь нелегкая задача убить микроб внутри организма. Туберкулезная палочка тысячелетиями приспосабливалась к организму человека, и требуется создать особые смертельные для нее условия.

Превосходные работы Всесоюзного института лекарственных и ароматических растений — лишь один из примеров поисков определенных химических веществ, обладающих антимикробными свойствами. Однако этого еще недостаточно. Химические исследования фитонцидов надо производить широчайшим фронтом. На этом пути можно сделать много полезного!

Не раз в этой книге говорилось о том, что требуются препараты, не только (и даже не столько!) убивающие микробов, но и стимулирующие защитные силы организма человека, полезных нам животных и культурных растений. Это соображение особенно относится к фитонцидам. При подаче в организм антибиотиков, выделяемых из фитонцидов низших растений, например пенициллина, они действуют более непосредственно на болезнетворные микробы, чем фитонциды высших растений, оказывающие влияние на фагоцитоз, воспаление и другие «целебные силы» организма. Должны быть усилены поиски именно в этом направлении — поиски стимуляторов наших собственных защитных сил!

Внимание научного мира все более приковывается к борьбе против вирусов. Пока еще — увы! — нет ни одного химиотерапевтического средства, удовлетворяющего медицину, ветеринарию и специалистов по защите растений. Я глубоко убежден в том, что фитонциды высших растений сыграют большую роль в битве между людьми и вирусами.

В этой книге рассказано о попытках использования фитонцидов в борьбе с вирусными болезнями. Однако это лишь первые шаги. Конечно, необходимы и дальнейшие исследования влияния фитонцидов на сами вирусные частицы, на их белки и нуклеиновые кислоты. Еще более заслуживают внимания исследования влияния фитонцидов на клетки тканей растений, животных и человека, поражаемых теми или иными вирусами. Вирус изменяет нормальную жизнь клетки, ее обмен веществ, и она начинает строить вместо собственных белков и нуклеиновых кислот белки для вирусов. Нельзя ли фитонцидами предотвращать такое использование вирусом клеток нашего организма? Нельзя ли, например, не допускать изменений в обмене веществ клеток тканей органов дыхания, происходящих при действии вируса гриппа?

Во многих странах ищут «противораковые антибиотики». А в самом деле: нельзя ли получить из растений препараты, помогающие организму бороться с опухолями? Будем и в этом вопросе оптимистами, но читатель должен знать, что среди биологов и врачей пока больше разногласий, чем единых точек

зрения. Многие исследования в нашей лаборатории убеждают, что главное в борьбе с опухолями — это не убиение какого-либо предполагаемого виновника опухоли, например вируса. Главное в том, чтобы обеспечить тканям и органам их нормальное развитие и жизнь. В организме человека непрерывно идут процессы и созидания, и разрушения, отмирают одни клетки, размножаются другие, происходит постоянное самообновление эпителия кожи, эпителия желудка, тканей матки и т. д. Происходит то, что называется нормальной, физиологической регенерацией. Все, что способствует этой регенерации, мешает развитию опухолей, и наоборот. Это относится и к явлениям восстановления клеток и тканей при их ранении или ином характере повреждения.

Если это так, то усилия исследователей, желающих помочь раковому больному, должны быть направлены на поиски препаратов, стимулирующих нормальную жизнь органов, самообновление их тканей, их регенерацию.

Не одну страницу книги мы посвятили возможному использованию фитонцидов в профилактической медицине, при озеленении городов, в курортологии. Однако от элементарных способов исследования надо переходить ко все более точным методам — химическим и физическим, определяя количество и состав летучих фракций фитонцидов в условиях лесов, лугов, степей.

* * *

Книга, в которой я старался рассказать об одном из многочисленных открытий науки нашей Родины, окончена. В природе обнаружено много новых фактов. Они уже пригодились практике. И все же следует сказать: положено только начало, еще много тайн хранит изумительный мир растений нашей планеты.

Фитонциды — главный фактор иммунитета растений, это боевые защитники растений, их воины. Надо смелее ставить этих воинов на охрану здоровья людей, домашних животных, культурных растений. Надо смелее использовать целебные яды растений в качестве надбавки к целебным силам нашего организма. Многое предстоит сделать, особенно ботаникам, химикам и медикам.

Уважаемые молодые ученые! Требуются ваша смелость, ваша энергия, ваш оптимизм и терпеливый труд. Проблема фитонцидов не должна стареть!

ЧТО ЧИТАТЬ О ФИТОНЦИДАХ

Те, кто хотят обстоятельно узнать, как развивалось учение о фитонцидах, какие вопросы разрешают в настоящее время ученые, как изыскать в природе новые полезные фитонциды и т. д., должны читать специальные статьи и книги:

Антибиотики. Сборник исследований. Под ред. В. Г. Дроботько. Киев, Изд-во АН УССР, 1958.

Антимикробные вещества высших растений. Киев, Изд-во АН УССР, 1958. Авт.: В. Г. Дроботько, Б. Е. Айзенман, М. О. Швайгер, С. И. Зелепуха, Т. И. Мандрик.

Аренарин и его применение в растениеводстве. Киев, Изд-во АН УССР, 1963. Авт.: К. И. Бельтюкова, Е. Я. Рашба, М. Д. Куликовская, М. С. Матышевская, Р. И. Гвоздяк.

Бактериальные болезни растений и методы борьбы с ними (Труды Первого всесоюзного симпозиума по бактериальным болезням у растений). Киев, «Наукова думка», 1968.

Биологические антисептики. Сборник исследований. Под ред. С. П. Карпова, Б. П. Токина и Т. Д. Янович. Томск, Изд-во Томского ин-та эпидемиологии и микробиологии, 1946.

Вердеревский Д. Д. О методике изучения фитонцидных свойств растений в фитопатологии. Кишинев, 1957.

Вердеревский Д. Д. Иммунитет растений к паразитарным болезням. М., Сельхозиздат, 1959.

Вердеревский Д. Д. Иммунитет растений к инфекционным заболеваниям. Кишинев, «Картя Молдовеняскэ», 1968.

Гродзинский А. М. Аллелопатия в жизни растений и их сообществ. Киев, «Наукова думка», 1965.

Грюммер Г. Взаимное влияние высших растений. Аллелопатия. М., ИЛ, 1957.

Зелепуха С. И. Антимикробные свойства растений, употребляемых в пищу. Киев, «Наукова думка», 1973.

Иманин — антибиотик зверобоя. Киев, Изд-во АН УССР, 1961.

Колесниченко М. В. Биохимические взаимовлияния древесных растений. 2-е изд. М., «Лесная промышленность», 1976.

Летучие биологически активные соединения биогенного происхождения. Отв. редакторы М. М. Телитченко и А. Х. Тамбиев. М., Изд-во Моск. ун-та, 1971.

Метлицкий Л. В. Фитоиммунитет. Молекулярные механизмы. Баховские чтения. XXXI. Изд-во «Наука», 1976.

Микроорганизмы и зеленое растение (Труды Центрального Сибирского ботанического сада). Под ред. А. Н. Вернера. Новосибирск, «Наука», 1967.
Носаль М. А., Носаль И. М. Лекарственные растения и способы их применения в народе. Под ред. акад. АН УССР В. Г. Дроботько. Киев, Гос. мед. изд-во УССР, 1959.
Основы химического взаимодействия растений в фитоценозах. Материалы III Всесоюзного симпозиума. Киев, «Наукова думка», 1972.
Райс Э. Аллелопатия. Перев. с англ. Под ред. А. М. Гродзинского. М., «Мир», 1978.
Санадзе Г. А. Выделение растениями летучих органических веществ. Тбилиси, Изд-во АН Грузинской ССР, 1963.
Токин Б. П. с участием Г. Е. Неболюбовой, И. В. Торопцева, А. Г. Филатовой. Бактерициды растительного происхождения (фитонциды). М., Медгиз, 1942.
Токин Б. П. Фитонциды. М., 1948.
Токин Б. П. Фитонциды. М., Изд-во АМН СССР, 1951.
Токин Б. П. Целебные яды растений. Повесть о фитонцидах. Л., Лениздат, 1974.
Физиолого-биохимические основы взаимодействия растений в фитоценозах. Киев, «Наукова думка», 1972.
Фитонциды. Сборник исследований. Под ред. С. П. Карпова и Б. П. Токина. Томск, «Красное знамя», 1944.
Фитонциды, их роль в природе. Избранные доклады Второго совещания по проблеме фитонцидов. Под ред. Б. П. Токина. Л., Изд-во Ленингр. ун-та, 1957.
Фитонциды в народном хозяйстве. Сборник работ. Под ред. акад. В. Г. Дроботько. Киев, Изд-во АН УССР, 1964.
Фитонциды. Результаты, перспективы и задачи исследований. Киев, «Наукова думка», 1972.
Фитонциды. Экспериментальные исследования, вопросы теории и практики. Киев, «Наукова думка», 1975.
Чернобривенко С. И. Биологическая роль растительных выделений и межвидовые взаимоотношения в смешанных посевах. М., «Советская наука», 1956.

РУССКО-ЛАТИНСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ НАЗВАНИЙ ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ, ВСТРЕЧАЮЩИХСЯ В ТЕКСТЕ

Агапантус — *Agapanthus* sp.
Аир — *Acorus calamus*
Айва обыкновенная — *Cydonia oblonga*
Акация белая — *Robinia pseudoacacia*
— желтая, карагана — *Caragana arborescens*
— ленкоранская — *Acacia*
Алоэ древовидное — *Aloë arborescens*
Амариллис — *Amaryllis, Hyppeastrum*
Анис — *Pimpinella anisum*
Анчар — *Antiaris toxicaria*
Апельсин — *Citrus chinensis*
Аралия манчжурская — *Aralia manschurica*
Арбуз — *Citrullus vulgaris*
Астра — *Callistephus* sp. (= *Aster* sp.)

Багульник болотный — *Ledum palustre*
Бадан — *Bergenia crassifolia*
Базилик — *Ocimum basylicum*
Баклажан — *Solanummllongena*
Бальзамин — *Balsaminaceae*
Барбарис — *Berberis*
Бархатное дерево, бархат амурский — *Phellodendron amurense*
Бархатцы — *Tagetes*
Батат — *Ipomoea batatas*
Бегония — *Begonia* sp.
Белена черная — *Hyoscyamus niger*
Белладонна — *Atropa belladonna*
Береза бородавчатая — *Betula verrucosa*
— повислая — *B. pendula*
— пушистая — *B. pubescens*
Берест — *Ulmus campestris*
Бессмертник песчаный — *Helichrysum arenatium*
Богородская трава, чабрец — *Thymus serpillum*
Болиголов крапчатый — *Conium maculatum*
Борщевик Мантегацци — *Heracleum Mantegazzianum*
— сибирский — *H. sibiricum*
— Сосновского — *H. Sosnowskyi*
Бузина красная — *Sambucus racemosa*
— травянистая — *S. ebulus*
— черная — *S. nigra*
Бук — *Fagus*

Валериана лекарственная — *Valeriana officinalis*
Василек синий — *Centaurea cyanis*
Вереск — *Calluna vulgaris*
Вех ядовитый — *Cicuta virosa*
Вика — *Vicia* sp.
Виноград — *Vitis vinifera*
Володушка кустарниковая — *Bupleurum friticosum*
Вьюнок полевой — *Convolvulus arvense*
Вяз гладкий — *Ulmus laevis*
— мелколистный — *U. pumila*

Гамамелис — *Hamamaelis virginica*
Гвоздика — *Dianthus*
Георгин — *Dahlia*
Герань — *Pelargonium roseum*
Гиацинт — *Hyacinthus*
Гиппеаструм — *Hippeastrum*
Гладиолус — *Gladiolus*
Голубика — *Vaccinium uliginosum*
Горец земноводный — *Polygonum amphibium*
Горицвет весенний — *Adonis vernalis*
Горох — *Pisum sativum*
Горчак — *Picris* sp.

Горчица белая — *Sinapis alba*
— сарептская — *Brassica juncea*
— черная — *Sinapis nigra*
Граб европейский — *Carpinus betulus*
Гранатовое дерево — *Punica granatum*
Гречиха земноводная — *Polygonum hydropiper*
— посевная — *Fagopyrum esculentum*
Гулявник лекарственный — *Sisymbrium officinale*
Гусиный лук желтый — *Gagea lutea*

Девясил — *Inula helenium*
Дельфиниум, живокость — *Delphinium* sp.
Дрок красильный — *Genista tinctoria*
Дуб обыкновенный — *Quercus robur*
— пушистый — *Q. pedunculata*
— скальный — *Q. pubescens*
— черешчатый — *Q. robur*
Дурман — *Datura* sp.
Душица обыкновенная — *Origanum vulgare*
Дыня — *Cucumis melo*

Ежа сборная — *Dactylus glomerata*
Ежевика — *Rubus*
Ежеголовник — *Sparganium*
Ель обыкновенная — *Picea abies*

Жасмин, чубушник душистый — *Philadelphus coronarius*
Житняк — *Agropyron arvense*

Зефирантес — *Zephyranthes*
Зверобой пронзеннолистный — *Hypericum perforatum*
Земляника обыкновенная — *Fragaria vesca*
Змееголовник — *Dracocephalum*
Зеленник, травянистая бузина — *Sambucus ebulus*
Зопник клубненосный — *Phlomis tuberifera*

Ива красная, шелюга — *Salix acutifolia*
— пурпурная — *S. purpurea*
Икотник серый — *Berteroa incana*
Ильм — *Ulmus ellyptica*
Ирга обыкновенная — *Amelanchier ovalis*
Иссоп — *Hyssopus* sp.

Калган — *Potentilla erecta*
Калужница болотная — *Caltha palustris*

Камфарное дерево — *Cinnamomum*
Камыш озерный — *Scirpus lacustris*
Канатник — *Abutilov*
Каперсы — *Capparis spinosa*
Капуста — *Brassica campestris*
Картофель — *Solanum tuberosum*
Катальпа — *Catalpa*
Каштан калифорнийский — *Cajtanea*
— конский — *Aesculus hippocastanum*
Кедр атласский — *Cedrus*
— ливанский — *C. libani*
Кедровый стланик — *Pinus pumila*
Кенаф — *Hibiscus cannabinus*
Кизил обыкновенный — *Cornus mas*
Кипарис вечнозеленый пирамидальный — *Cupressus sempervirens* var. *pyramidalis*
— душистый — *C. suaveolens*
Кипарисовик Лавсона — *Chamaecyparis Lausonii*
Клевер красный — *Trifolium pratense*
Клен обыкновенный — *Acer platanoides*
— сахарный — *A. saccaroforum*
— татарский — *A. tataricum*
— ясенелистный — *A. negundo*
Клещевина — *Ricinus communis*
Ковыль волосатик — *Stipa capillata*
Кок-сагыз — *Taraxacum kok-saghyz*
Конопля — *Cannabis sativa*
Копытень европейский — *Asarum europaeum*
Кориандр — *Coriandrum sativum*
Коровяк метельчатый — *Verbascum lychnistis*
— черный — *V. nigrum*
Крапива двудомная — *Urtica dioica*
Кресс-салат — *Lepidium sativum*
Кровохлебка лекарственная — *Sanguisorba officinalis*
Крушина ломкая — *Rhamnus fragilis*
Крыжовник — *Grossularia* sp.
Кубышка желтая — *Nuphar luteum*
Кувшинка белая — *Nymphaca alba*
Кукуруза — *Zea mays*
Кунжут — *Sesamum* sp.

Лаванда настоящая — *Lavandula vera*
Лавр благородный — *Laurus nobilis*
— камфарный — *L. camphora*
Лавровишня лекарственная — *Laurocerasus officinalis*
Ладанник — *Cistus* sp.
Ландыш — *Convallaria majalis*
Лебеда солончаковая — *Atriplex oblongifolia*
Левзея, маралий корень — *Rhaponticum carthamoides*

Левкой — *Matthiola*
Лещина обыкновенная — *Corylus avellana*
Лен — *Linum*
Лилия — *Lilium* sp.
Лимон — *Citrus limonum (C. medica)*
Лимонник китайский — *Schizandra chinensis*
Лира — *Tilia*
Лиственница — *Larix* sp.
Ломонос — *Clematis*
Лотос — *Nelumbium*
Лук гусиный — *Gagea olgae*
— круглый — *Allium rotundum*
— медвежий — *A. ursinum*
— репчатый — *A. sepa*
Льнянка обыкновенная — *Linaria vulgaris*
Люпин — *Lupinus* sp.
— многолистный — *L. polyphillus*
— узколистный синий — *L. angustifolius*
Лютик — *Ranunculus* sp.
Люцерна древовидная — *Medicago arborea*

Магнолия — *Magnolia grandiflora*
Мак снотворный — *Papaver somniferum*
Майоран садовый — *Majorana hortensis*
Малина европейская — *Rubus idaeus*
Мандарин — *Citrus reticulata*
Манник большой — *Glyceria maxima*
— водный — *G. aquatica*
— трехцветковый — *G. triflora*
Марцинелла — *Marcinella* sp.
Марь многосемянная — *Chenopodium polyspermum*
Медвежье ухо, коровяк — *Verbascum thapsus*
Мелколепестник канадский — *Erigeron canadensis*
Миндаль обыкновенный — *Amygdalus communis*
Мирт обыкновенный — *Myrtus communis*
Можжевельник древовидный — *Juniperus oxycedrus*
— казачий — *J. sabina*
— обыкновенный — *J. communis*
Молокан, латук — *Lactuca squarrosa*
Молочай лозяной — *Euphorbia virgata*
Морковь — *Daucus carota*
Морозник — *Helleborus*
Морской лук — *Scilla maritima*
Мята кедровая — *Mentha crispata*
— лесная — *M. arvensis*
— перечная — *M. piperita*

Нарцисс — *Narcissus*
Настурция — *Tropaeolum major*
Ноготки — *Calendula*
Норичник шишковатый — *Scrophularia nodosa*
Нут — *Cicer*

Овес — *Avena sativa*
Овсяница луговая — *Festuca pratensis*
— красная — *F. rubra*
Огурец — *Cucumis sativus*
Орех грецкий — *Juglans regia*
Орхидея — *Orchis* sp.
Осина — *Populus tremula*
Осокорь — *Populus nigra*
Осот обыкновенный — *Sonchus*
— полевой — *S. arvensis*
Очиток едкий — *Sedum acre*

Пастернак — *Pastinaca sativa*
Пастушья сумка — *Capsella bursa-pastoris*
Пеларгония — *Pelargonium*
Перец — *Piper*
— красный — *Capsicum annuum*
Персик — *Persica*
Петрушка — *Petroselinum crispum*
Петунья — *Petunia*
Пижма обыкновенная — *Tanacetum vulgare*
Пион — *Paeonia*
— уклоняющийся — *P. anomala*
Пиретрум — *Pyrethrum*
Помидор — *Lycopersicon esculentum*
Примула — *Primula*
Просо — *Panicum miliaceum*
Псоралея костянковая — *Psoralea drupacea*
Пустырник обыкновенный — *Leonurus cardiaca*
Пшеница — *Triticum*
Пырей ползучий — *Elytrigia (Agropyron) repeus*

Райграс высокий — *Arrhenatherum elatior*
— пастбищный — *Solium perenne*
Рдест плавающий — *Potamogeton natans*
Ревень — *Rheum*
Редис — *Raphanus sativus* var. *radicula*
Редька дикая — *Rhaphanus raphanistrum*
— посевная — *Rh. sativus*
Резеда желтая — *Rheseda lutea*
Репа — *Brassica rapa*
Репей, лопух — *Articum lappa*
Рис — *Oryza sativa*

Рогоз широколистный — *Thypha latifolia*
Рожь — *Secale cereale*
Роза — *Rosa* sp.
Розмарин — *Rosmarinus officinalis*
Ромашка далматская, пиретрум — *Pyrethrum dalmatica*
Ромашка — *Matricaria* sp.
Рыжик — *Camelina communis*
Рябина обыкновенная — *Sorbus aucuparia*
Ряска трехдольная — *Zemna trisulca*

Самшит — *Buxus sempervirens*
Свекла обыкновенная — *Beta vulgaris*
— сахарная — *B. vulgaris* var. *altissima*
Свидина — *Thelycrania (Cornus)* sp.
Сельдерей — *Apium graveolens*
Сирень обыкновенная — *Syringa vulgaris*
Смородина черная — *Ribes nigrum*
Сорбария, рябинник — *Sorbaria sorbifolia*
Сорго — *Sorghum sudanense*
Сосна кедровая — *Pinus sibirica*
— крымская — *P. pallasiana*
— обыкновенная — *P. silvestris*
Софора — *Sophora pachycarpa*
Соя — *Glycine max.*
Спаржа — *Asparagus*
Стрелолист обыкновенный — *Sagittaria sagittifolia*
Суданка — *Sorghum sudanensis*
Сумах ядовитый — *Rhus coriaria*

Табак — *Nicotiana*
Таволга, лабазник вязолистный — *Filipendula ulmaria*
Телекия — *Telekia speciosa*
Тимофеевка луговая — *Phleum pratense*
Тимьян Маршалла — *Thymus Marschallianus*
— обыкновенный — *T. serpyllum*
— Палласа — *T. Pallasianus*
Тис ягодный — *Taxus baccata*
Тмин — *Carum carvi*
Тополь душистый — *Populus balsamifera*
— канадский — *P. canadensis*
— серебристый — *P. albo*
Традесканция зеленая — *Tradescantia viridis*
Трифоль, вахта — *Menyanthes trifoliata*
Туя восточная — *Thuja orientalis*
— западная — *T. occidentalis*
Тыква — *Cucurbita pepo*

Тысячелистник благородный — *Achillea nobilis*
— обыкновенный — *A. millefolium*
Тюльпан — *Tulipa* sp.
Тюльпанное дерево — *Liriodendron tulipiferum*

Укроп — *Anetum graveoleus*

Фасоль — *Phaseolus*
Фенхель — *Foeniculum vulgare*
Ферула — *Ferula assa — fetida*
Фиалка альпийская — *Viola alpina*
Фисташка — *Fistacia*
Флокс — *Phlox*
Форзиция — *Forsythia suspensa*

Хвощ полевой — *Equisetum arvense*
Хлопчатник шерстистый — *Gossipium hirsutum*
Хрен обыкновенный — *Armoracia rusticana*
Хризантема — *Chrysanthemum* sp.
Хохлатка Ледебура — *Corydalis Ledebouriana*
— Северцева — *C. Severzovii*

Цикорий — *Cichorium*
Циперус разнолистный — *Cyperus alternifolius*
Цмин песчаный — *Helichrysum arenarium*

Чабрец — *Thymus serpyllum*
Частуха подорожниковая — *Alisma plantago*
Черемуха виргинская — *Padus virginianum*
— Маака — *P. Maackii*
— обыкновенная — *P. racemosa*
— поздняя — *P. serotina*
Черешня — *Cerasus avium*
Чернобыльник, полынь — *Artemisia vulgaris*
Черника — *Vaccinium myrtillus*
Чернокорень лекарственный — *Cynoglossum officinale*
Чеснок — *Allium sativum*
Чечевица — *Leus culinaris*
Чина — *Lathyrus* sp.
Чистотел большой — *Chelidonium major*

Шалфей лекарственный — *Salvia officinalis*
— луговой — *S. pratense*
— поникающий — *S. nutans*
Шелковица белая — *Morus alba*
Шелюга (ива) красная — *Salix acutifolia*

SUMMARY

The phytoncide phenomenon („phyton“ — plant, „cedere“ — to kill) discovered by the author in 1928 — 1930, is considered in this book as being an ecologic and evolutionary aspect of the mutual relationships existing between organisms.

The phenomenon of phytoncides is not confined to a particular group of plants, but occurs in all the plant kingdom. All plants (especially wounded ones) — from bacteria to higher flowering plants — produce phytoncides, which are given off into the atmosphere, soil or water, and act as antibiotic substances capable of killing great numbers of micro- and macroorganisms. They can repress both their growth and reproduction, or in mobile bacteria and Protozoa can cause negative chemotaxis.

Of special interest for biology, medicine and plant culture is the liberation of volatile fractions of phytoncides by plants. It is not necessary for plants, however, to produce large quantities of volatile phytoncides; every living plant is endowed with phytoncidal properties through the protoplasm of both its cells and tissue sap.

The phytoncides of all plants possess „antibiotic“ properties, but not every antibiotic is necessarily a phytoncide. The production of antibiotics by bacteria and fungi is an obvious example of the phenomenon of phytoncides. The medical term „antibiotic“ should be applied, strictly speaking, only to purified preparations obtained from a complex of natural phytoncidal substances.

Phytoncides and plant immunity. Phytoncides appear to be one of the immunity factors in plant organisms. This, of course, does not imply that phytoncides possess only a protective action. In certain plants the phytoncides can play a role in heat-regulation, in others, they may have a significance in some other aspects of metabolism. Phytoncides of higher plants can play a protective role, acting not only as bactericides, but bacteriostatically as well. They can also inhibit the development of bacteria and fungi and iniciate negative chemotaxis in single-celled animals and bacteria. The phytoncides can stimulate the development of microorganisms which prove to be antagonistic to pathogens for a given plant. There can also be some other complex relationships. When a plant is injured (for instance, in case of a wound with pathogenic microorganisms entering it etc.) there takes place an outbreak of phytoncide production. A new term — Phytoalexine came in to beeing by Berger (1940) and *Müller* (1940) for this phenomena, but it is not nessessary: it should not be contrasted with the term Phytoncide. Medicine makes use of the immunological properties of plants (the phytoncides) as an addition to those of the human organism.

Production of volatile phytoncides occurs not only in the experiments in vitro with wounded plants, but also under natural conditions. One hectare of coniferous forest gives out 5 (even up to 30) kilogramms of

volatile phytoncides into the atmosphere every day and that of leaf-bearing forest evolves about 2—3 kilogramms. Phytoncides are one of the many factors, controlling the composition of the air microflora. They also have some influence on the air ionization.

Phytoncides and biocenosis. Production of the phytoncides by higher and lower plants plays among many other factors, an essential part in the biocenosis. It also affects the life of soil and the water reservoirs, the life of forests and meadows. The composition of the microflora of the air and the oceans is influenced by it as well.

The chemistry of phytoncides. The chemical nature of the phytoncides of the greater part of plants in the majority of cases is not only a certain compound, but a complex of organic compounds. This greatly complicates the preparation of „pure" substances to be used in medicine and veterinary practice.

For the biologist it is quite clear that even in the case when some antibiotics are obtained from lower plants, any antibiotic substances isolated from bacteria and fungi do not necessarily correspond in their chemical nature to the phytoncidal properties of the protoplasm of these given microorganisms. The phytoncidal properties of Penicillium notatum may not be identical with penicillin.

The phytoncidal properties of number of plants (and bacteria also) are determined by a group of compounds (or by one of them). These are: different organic acids, quinones, tannin substances, alcaloides, unsaturated fatty acids, balsams, essential oils etc.

Is it right to identify phytoncides with essential oils? As it is known, oak (Qurcus robur H.) does not belong to the essential oil bearing plants, and yet wounded leaves of this oak suppress the growth and even kill bacteria (parathyphoid and others). At the same desfance, Penicillum notatum, as it is known, cannot be classified as an essential oil-bearing plant, but this plant produces volatile phytoncides with antibiotic properties.

It is known that phytoncides of many plants, along with their antiseptic action, can have toxic effects on the molluscs, insects, worms, mammalians, and also cause toxic or stimulatory effects on other plants.

Pharmacological, phytoncidal preparations must be developed — those which, besides their antimicrobial activity, are able to stimulate our own protective power, to activate phagocytosis, antigenic reactivity etc. The phytoncides of many plants (eucalyptus trees, garlic and others) have not only bactericidal properties, but manifold other beneficial effects on the tissues of our body as well.

The phytoncides of higher plants, should be widely utilized. They can serve to regulate the composition of the microflora of the air in the hospitals, nurseries, clubs, schools etc., and for various sanitary and hygienic purposes.

The studies on the use of phytoncides in medicine, veterinary practice, food industry and in other fields of science and practical activity are reviewed in the book.

ОГЛАВЛЕНИЕ